



**Rafaela Barros Pinho Reengenharia do Processo Produtivo
na Arsopi- Thermal**



**Rafaela Barros Pinho Reengenharia do Processo Produtivo
na Arsopi - Thermal**

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este projecto aos meus pais Marcolino e Conceição

o júri

Presidente

Presidente: Prof^ª. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alveolos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof^ª. Doutora Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa
professora auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José de Vasconcelos Ferreira
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Prof. José António de Vasconcelos Ferreira agradeço a orientação, as sugestões, a disponibilidade e os desafios propostos durante a elaboração deste trabalho e durante todo o meu percurso académico.

Ao Eng.º António Sérgio agradeço todo o apoio, a orientação e profissionalismo com que sempre me tratou e orientou.

Aos meus pais agradeço a educação, a força, o amor e a motivação demonstrada durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu namorado David pelo amor, ajuda, e dedicação que me deu todo este tempo.

À minha amiga Maria do Rosário pela companhia e força durante todo o estágio.

À Universidade de Aveiro agradeço as infra-estruturas disponibilizadas e as condições oferecidas, necessárias para a conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigado a todos.

palavras-chave

Layout, SLP, LEAN, 5 S's

resumo

O presente trabalho foi baseado num caso de estudo proposto durante um estágio realizado numa pequena empresa metalúrgica, produtora de permutadores de calor de placas.

Foi proposto pela direcção da empresa optimizar o processo de produção de placas de transferência de calor

No presente trabalho apresentam-se diferentes tipos de processos opções de *layouts*, suas aplicações, vantagens e desvantagens bem como a aplicação da filosofia Japonesa dos 5 S's em várias partes do processo.

Através da aplicação do método SLP (*Systematic Layout Planning*) e de parte da filosofia *Lean* procurou-se adaptar o *layout* o mais possível á realidade da fábrica para eliminar fluxos e operações desnecessárias.

Até ao término do estágio foram implementadas quase todas as ideias de melhoria ficando algumas em fase de conclusão.

A metodologia adoptada pode ser utilizada como ferramenta de melhoria de outros processos produtivos da empresa, como também de outras empresas semelhantes.

keywords

Layout, SLP, LEAN, 5 S's

abstract

This work has been based on a case study suggested during an internship on a small metallurgical company, which is a producer of plate heat exchange. The company direction suggested optimizing the plate heat exchange production process. This work presents different process types, *layout* options, its applications, advantages and disadvantages, as well as the application of 5 S's Japanese philosophy in different parts of the process. Through the application of the SLP method (*Systematic Layout Planning*) and of part of the Lean philosophy it has been tried to adapt *layout* as much as possible to the company reality, in order to eliminate unnecessary flows and operations. Almost the whole improvement ideas have been implemented by the end of the internship but some weren't still completed. The adopted methodology can be used as an improvement tool in productive processes of the company, as well as in other similar companies.

Índice

CAPÍTULO 1 - Introdução	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Relevância do tema.....	1
1.3 Estrutura do trabalho	2
CAPÍTULO 2 – Análise do Processo Produtivo	5
2.1 Características Gerais	5
2.1.1 Tipos de Processos	5
2.1.2 Tipos de <i>Layouts</i>	8
2.1.3 Concepção do Trabalho.....	18
2.2 <i>Lean Thinking</i>	21
CAPÍTULO 3 - O Processo de Produção da Arsopi – Thermal	27
3.1 Apresentação da Empresa	27
3.2 O Processo de Fabrico.....	30
3.3 O Projecto	37
CAPÍTULO 4 - Metodologia Adoptada	39
4.1 As Fases do SLP.....	39
4.2 Calendarização do Projecto.....	43
CAPÍTULO 5 – Resultados Obtidos	45
5.1 Análise da situação actual	45
5.2 Pesquisa de Soluções	48
5.3 Implementação de Melhorias.....	57
CAPÍTULO 6 - Conclusão	63
6.1 Reflexões Finais.....	63
6.2 Futuros Desenvolvimentos	64
Referências Bibliográficas	65

Lista de Figuras

Figura 2. 1 Tipos de Processo em Operações de Produção	7
Figura 2. 2 Importância do <i>Layout</i>	8
Figura 2. 3 <i>Layout</i> Por Posição fixa	10
Figura 2. 4 <i>Layout</i> por Produto	10
Figura 2. 5 Posição da linha.....	11
Figura 2. 6 Diagrama de Precedência.....	12
Figura 2. 7 <i>Layout</i> por Processo	13
Figura 2. 8 Exemplo de Tabelas REL	15
Figura 2. 9 <i>Layout</i> Celular.....	17
Figura 2. 10 <i>Layout</i> Híbrido.....	18
Figura 2. 11 Desperdícios <i>Lean</i>	22
Figura 2. 12 Organização do Trabalho 5'S.....	24
Figura 3. 1 Arsopi - Termal	27
Figura 3. 2 Organigrama.....	28
Figura 3. 3 Permutador de Calor de Placas	29
Figura 3. 4 Placas com Perfil de Canelado	30
Figura 3. 5 Processo de Fabrico da ASPHT	32
Figura 3. 6 Etapas do Processo de Estampagem de Placas.....	33
Figura 3. 7 Molde de Estampar.....	34
Figura 3. 8 Fluxo das Placas de Transferência de Calor.....	36
Figura 4. 1 Método SLP.....	40

Figura 5. 1 Produção de Placas Ano - 2008.....	46
Figura 5. 2 Máquinas de Grande Porte	49
Figura 5. 3 Código BaaN Referente a Espessura	50
Figura 5. 4 Processo de Estampagem	51
Figura 5. 5 Mudança do Layout da secção da Montagem.....	52
Figura 5. 6 Mudança do Layout da secção Embalagem.....	53
Figura 5. 7 Fluxo de Materiais.....	56
Figura 5. 8 Novos Códigos Implementados	57
Figura 5. 9 Forma de Armazenar a Chapa.....	58
Figura 5. 10 Secção da Montagem	59
Figura 5. 11 Actual Secção da Montagem	60
Figura 5. 12 Secção da Embalagem	60

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Relação entre Tipos de Processo e Tipos Básicos de <i>layout</i>	9
Tabela 3. 1 Motivações e Objectivos da Reformulação do Processo	37
Tabela 4. 1 Calendarização do Projecto	44
Tabela 5. 1 Nova Calendarização do Projecto	45
Tabela 5. 2 Distâncias e Tempos de Movimentação de Chapa Sem Medida	47
Tabela 5. 3 Melhorias Obtidas	54
Tabela 5. 4 Melhoria no Tempo de Corte na Guilhotina	55
Tabela 5. 5 Melhoria no Tempo de Corte na Arisa	55
Tabela 5. 6 Melhorias na Embalagem.....	55

Lista de Abreviaturas

ALDEP	<i>Automated Layout Design Program</i>
ASPTH	Arsopi – Thermal
CRAFT	<i>Computerized Relative Allocation of Facilities Technique</i>
CORELAP	<i>Computerized Relationship Layout Planning</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GO	Gestão das Operações
SLP	<i>System Layout Planning</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SPDI	<i>Steepest Descent Pairwise Interchange</i>
MTM	<i>Methods Time Measure</i>

CAPÍTULO 1 - Introdução

1.1 Contexto

O presente trabalho tem como estudo uma pequena empresa metalúrgica, Arsopi-Thermal (ASPTH), que foca a sua actividade na produção de permutadores de calor de placas.

A decisão de investir numa fábrica de raiz, para o fabrico de permutadores de calor de placas, nasceu da conjugação de diversos factores, dos quais se destaca o facto da ARSOPI S.A. dispor de um profundo conhecimento deste segmento de mercado (os permutadores de calor de placas têm aplicação em diversas áreas industriais para as quais a ARSOPI S.A. fabrica equipamentos).

Desde logo a estratégia de desenvolvimento da ASPTH foi estar sempre na vanguarda da tecnologia, através de uma cooperação estreita com a *Hisaka Works*, que lhe tem assegurado uma actualização constante de produtos e conhecimento, e ainda um apoio tecnológico que lhe permite a obtenção de uma excelente qualidade de fabrico e funcionamento dos seus permutadores de calor de placas.

Durante o ano de 2008, a empresa deparou-se com vários problemas, especialmente nos prazos de entrega dos seus produtos. Após análise, uma das causas nos atrasos de produção dos permutadores encontrava-se no processo de estampagem de placas assim como no processo de montagem, onde se verificaram imensas perdas de tempo, nomeadamente em muitos movimentos e deslocações desnecessários que não acrescentavam valor ao produto final. Para tal, a empresa procurou solucionar esses problemas através da redefinição do actual processo produtivo, simplificando processos e fluxos de materiais/pessoas.

1.2 Relevância do tema

As empresas, nas duas últimas décadas, têm enfrentado mudanças significativas nos seus negócios, muito devido a forte competitividade, instabilidade e agressividade existentes nos mercados. Tais mudanças implicaram alterações e/ou adequações nos seus sistemas produtivos e de gestão industrial. Tiveram então que aplicar uma gestão moderna e eficaz que passa pela implementação de novas metodologias de gestão,

implementação de tecnologias adequadas aos seus processos produtivos e proporcionar o envolvimento de toda a organização nesses processos.

Segundo Roldão (1994), um dos objectivos fundamentais da produção é otimizar o máximo possível a utilização dos meios ao dispor, para a produção de bens ou serviços, tendo em vista a obtenção do mínimo custo, prazo e conformidade com a qualidade especificada. Uma boa implementação dos departamentos, centros de trabalho e dos equipamentos contribui para a redução do movimento dos materiais e dos trabalhadores ao longo de todo o processo produtivo. Quando se produz com melhor qualidade origina menos desperdícios nos processos produtivos ou seja menos custos de produção.

Uma das bases da gestão de produção moderna consiste em simplificar antes de gerir, sendo que, a produtividade da empresa em geral pode aumentar significativamente ao reposicionar certos equipamentos, pessoas e sectores. O *layout* é assim uma parte importante numa organização e deve ser realizado a partir de um estudo rigoroso e planeado. Erros cometidos em fases iniciais de definição e *design* dos *layouts* reflectem-se e acarretam muitas consequências indesejadas nas organizações a curto, médio e longo prazo.

Para Irani (1999), na fase de planeamento e definição do *layout* tem que existir sempre a preocupação de tornar mais fácil e uniforme o movimento do trabalho, quer esse se refira ao fluxo de pessoas ou de materiais. O mesmo autor salienta ainda que, todas as alterações no *layout* acarretam custos bastante elevados para as empresas e não são propriamente fáceis de realizar, já que implicam muitas vezes a mudança de equipamentos volumosos e pesados, entre outras coisas, e o facto de as pessoas não estarem preparadas nem motivadas para a mudança. As pesquisas concluem que no meio industrial o ciclo de vida de um *layout* eficiente é no máximo cinco anos.

“O objectivo principal da implementação de um *layout* otimizado é permitir uma simplificação dos fluxos, processos produtivos e suprimir operações que não têm valor acrescentado nos produtos finais mas que contribuem para o aumento de custos e dos prazos de entrega”, (Courtois (1997)).

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em 6 capítulos estruturados da seguinte forma:
No que resta deste Capítulo 1, será apresentada a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2, aborda-se o processo produtivo, apresentando as suas características gerais e enfatizando a filosofia *Lean Thinking*.

No Capítulo 3, é feita uma breve apresentação da empresa (ASPTH), dos seus produtos e dos seus processos de fabrico. Neste capítulo descreve-se ainda o desafio que esteve na base deste projecto.

No Capítulo 4, é explicada a metodologia seguida no projecto (metodologia SLP – *Systematic Layout Planning*) e são apresentadas as fases do projecto assim como o respectivo cronograma.

No Capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos durante a realização do projecto.

No Capítulo 6 são apresentadas as reflexões finais e algumas perspectivas de desenvolvimentos futuros.

CAPÍTULO 2 – Análise do Processo Produtivo

2.1 Características Gerais

A organização dos fluxos físicos dos produtos através dos diferentes meios de produção é um dos princípios da gestão da produção. Cada empresa é única pela sua organização e pela especificidade dos produtos que fabrica. Contudo, de acordo com Courtois (1997), podemos conceber uma classificação das empresas em função dos seguintes critérios:

- Quantidades fabricadas e grau de repetitividade;
- Organização dos fluxos de produção;
- Relacionamento com os clientes.

“Estes critérios não são evidentemente exaustivos, mas permitem enquadrar uma empresa. A identificação de uma tipologia de produção é fundamental, já que influencia a escolha dos métodos de gestão mais adequados. Esta análise constitui um preâmbulo indispensável a todo o projecto de implementação ou de reestruturação de um sistema de produção”, (Courtois (1997)).

A organização dos sistemas de produção depende da origem e do volume de produtos que irão ser produzidos (tipo de produto, características, sazonalidade do produto, etc.), assim como da tecnologia associada ao processo de fabrico (manuseamento do produto, grau de normalização possível, especificidades de materiais e processos, etc) (Ramos e Xambre (2005)).

As operações que existem num processo produtivo podem ser de produção ou de montagem, isto é, as operações de produção podem envolver a remoção de material da matéria-prima ou a alteração da forma desta e as operações de montagem envolvem a junção de componentes ou matéria-prima, para a obtenção de novos componentes ou novos produtos.

2.1.1 Tipos de Processos

A forma mais comum de escolher uma estratégia de produção incide sobre dois factores básicos onde são assentes todos os *layouts* das plantas fabris:

- Produto/Material - o que vai ser produzido;
- Quantidade/Volume - quanto de cada produto vai ser produzido.

A definição do processo é influenciada pelo desempenho das operações assim como o objectivo de custo. A primeira decisão a ser tomada para a implementação de um *layout*, segundo Slack (1997), trata-se da escolha do tipo de processo.

Devido às suas características funcionais e comportamentais os processos produtivos podem ser classificados em dois tipos:

- Processos Contínuos
- Processos Discretos

Os processos de produção contínuos são caracterizados pela forte sistematização das operações envolvidas, possuem elevada especialização dos equipamentos produtivos, baixa qualificação dos operadores, elevada produtividade, reduzida complexidade ao nível da gestão fabril e flexibilidade reduzida. Normalmente o capital inicial é bastante elevado.

Os processos de produção discretos são sistemas concebidos para responder a uma grande variedade de produtos e volumes reduzidos, ao contrário da produção continua. O processo produtivo é flexível e orientado para satisfazer encomendas com um elevado grau de especificação por parte do cliente.

Bolton (1994) confirma que existem quatro tipos de processos de produção considerados discretos:

Produção por projecto – Diz respeito a um só produto, por exemplo uma casa, um concerto. O processo de produção é, portanto, representado por uma sequência de operações que acontecem apenas uma só vez. O carácter único da produção por projecto gera durante a sua realização numerosas alterações, que deverão ser geridas tendo em consideração tanto os prazos como os custos, (Baranguer (1994)).

Produção unitária – Este tipo de processo caracteriza-se pelo fabrico de produtos únicos e em pequenas quantidades (e em muitos casos produção unitária), trata-se de produtos feitos a medida e destinados a clientes específicos. O equipamento utilizado é normalmente *standard* capaz de garantir grande flexibilidade, (Pinto (2006)).

Produção em lotes – É uma produção indicada para produzir quantidades limitadas de um tipo de produto de cada vez. Cada lote é antecipadamente dimensionado para assim poder atender a um determinado volume de vendas esperado para um determinado período de tempo. Desse modo, os lotes de

produção são produzidos um a seguir do outro. O plano de produção é feito antecipadamente, podendo assim a empresa aproveitar melhor os seus recursos. A maioria das empresas industriais opta por este tipo de produção. Os equipamentos utilizados são por norma *standards* e em alguns casos encontram-se equipamentos com ferramentas ou funções específicas.

Produção em série – Pinto (2006) caracteriza-a pelo fabrico de grandes volumes de produtos e em reduzida variedade. São processos pouco ou nada flexíveis, que recorrem a equipamentos feitos a medida para garantir baixo tempo de ciclo¹. Este tipo de processo origina elevadas quantidades de *stocks* (matérias-primas e produto acabado) sendo que na conjuntura actual (mercados muito instáveis) essa consequência se torna a grande desvantagem desse tipo de processo.

A Figura 2.1 ilustra os tipos de processo em função do volume e variedade da produção.

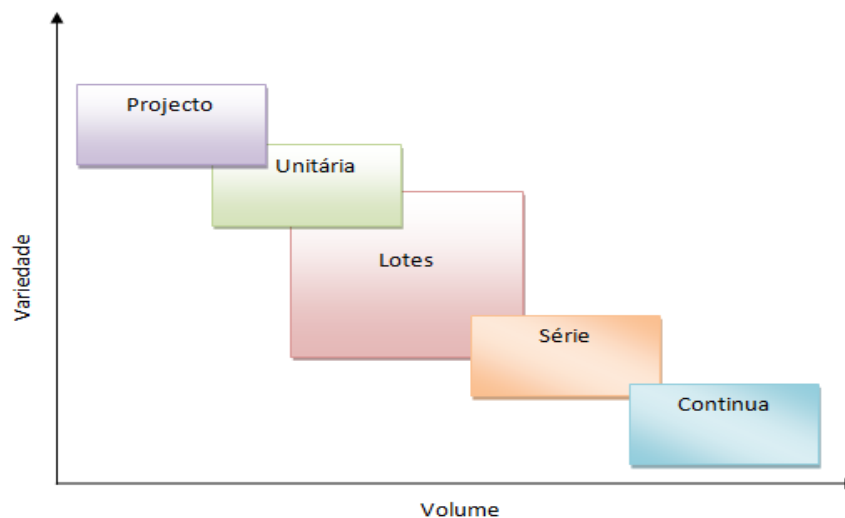


Figura 2. 1 Tipos de Processo em Operações de Produção

Fonte: Adaptado de Slack (1997)

“A relação entre tipos de processo e tipos básicos de *layout* não é totalmente linear. Um tipo de processo não implica necessariamente um tipo básico de *layout* em particular”, (Slack (1997)).

¹ **Tempo de ciclo** - Tempo entre peças consecutivas. Numa dada sequência de trabalho, este tempo é definido pela operação mais demorada

2.1.2 Tipos de Layouts

Esta secção descreve os diferentes tipos de *layouts* e os modelos que as organizações devem optar dependendo do seu volume e tipo de negócio. Ao estudar os tipos de produtos e os vários tipos de *layout*, tenta-se adaptar o *layout* a cada organização pois esta poderá não ter apenas um tipo de *layout* mas a combinação de vários tipos.

Layout pode ser considerado como sendo a disposição de homens, máquinas e materiais que permitem integrar o fluxo de materiais no padrão máximo de economia e rendimento (Stevenson (2005), tradução do autor).

As decisões que são associadas aos *layouts* são muito importantes já que são feitos investimentos significativos de tempo e dinheiro. (Figura 2.2)

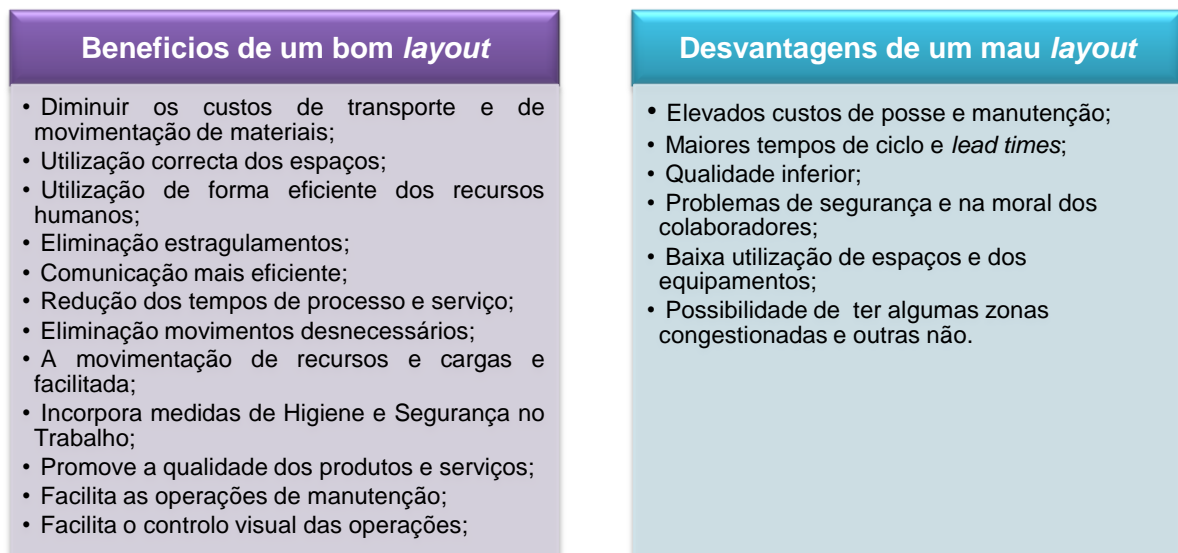


Figura 2. 2 Importância do *Layout*

Os compromissos feitos são de longo - prazo, o que dificulta a correcção de eventuais erros cometidos e o impacto significativo no custo e na eficiência das operações.

Como apresenta a Tabela 2.1, cada tipo de processo de produção pode adoptar diferentes tipos básicos de *layout*.

Tabela 2.1 Relação entre Tipos de Processo e Tipos Básicos de *layout*

Fonte: Adaptado de Slack (1997)

Tipos de Processos de Fabrico	Tipos Básicos de <i>Layout</i>
Projecto	Por Posição Fixa
Unitária	
Lotes	Processo
Série	Celular
Continua	Produto

“Para uma organização que fabrica uma grande quantidade de apenas um tipo de produto, o *layout* tenderá a ser um *layout* por produto. Por outro lado, quando se produz pequenas quantidades de uma gama variada de produtos, o *layout* pelo fluxo será ineficiente pois podem existir variados processos. Nesse caso, a escolha mais apropriada será o *layout* de processo se as operações forem semelhantes entre si. No entanto as escolhas por um determinado tipo de *layout* raramente se baseiam apenas nos dados de fluxos deve-se considerar também uma grande quantidade de factores e dados, sem esquecer os custos das alternativas”, (Slack (1997)).

***Layout* por Posição Fixa**

“Esta configuração é normalmente utilizada em processos intermitentes. Quando o artigo a fabricar não pode ser deslocado os recursos transformados normalmente são produzidos para permanecerem num único local indefinidamente”, (Roldão (2004)).

Neste tipo de *layout* são incluídos sectores como o da construção civil (por exemplo, edifícios, pontes, barragens eléctricas), construção naval, aeronáutica, aeroespacial, agrícola, de perfuração de petróleo, etc.

Os produtos fabricados nesse tipo de *layout* são muito diferentes entre eles e muitas vezes únicos, sendo que a produtividade neste tipo de *layout* é relativamente baixa (Figura 2.3).

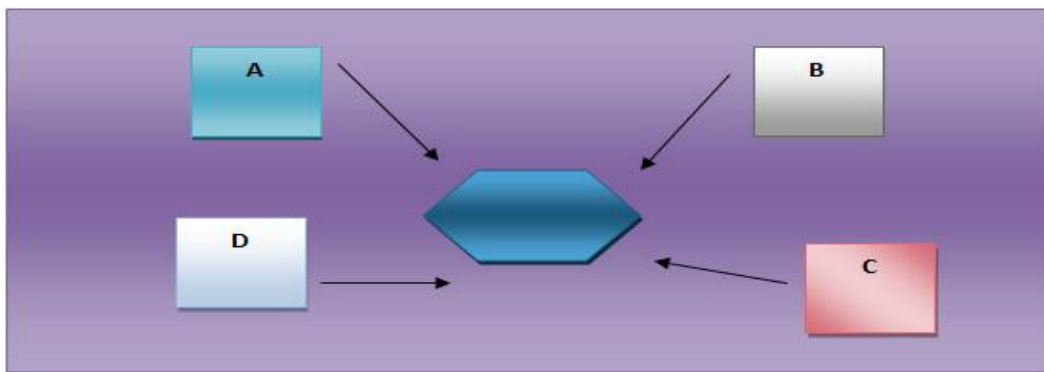


Figura 2. 3 Layout Por Posição fixa

Layout por Produto

Neste tipo de *layout* Roldão (2004) explica que os equipamentos ou processos de trabalhos são distribuídos de acordo com as fases sucessivas em que o produto é fabricado.

Na Figura 2.4 pode-se ver uma linha de montagem onde o material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo. Os processos de trabalho são ordenados de acordo com a sequência de operações, estas vão sendo sempre executadas de acordo com a sequência determinada. Neste tipo de *layout* os processos são contínuos.

“Cada produto segue um fluxo predefinido no qual a sequência de actividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram colocados.” (Slack (1997)).



Figura 2. 4 Layout por Produto

Vantagens

- Processos simples;
- Custo unitário reduzido;

- Escassos tempos mortos;
- Baixa qualificação dos operadores.

Desvantagens

- Flexibilidade reduzida;
- Custo inicial elevado;
- Sistema susceptível a falha de equipamentos.

Quando se vai optar por um *layout* em linha deve-se pensar qual a forma da linha que se deve adaptar ao produto, processo e espaço disponível (Figura 2.5).

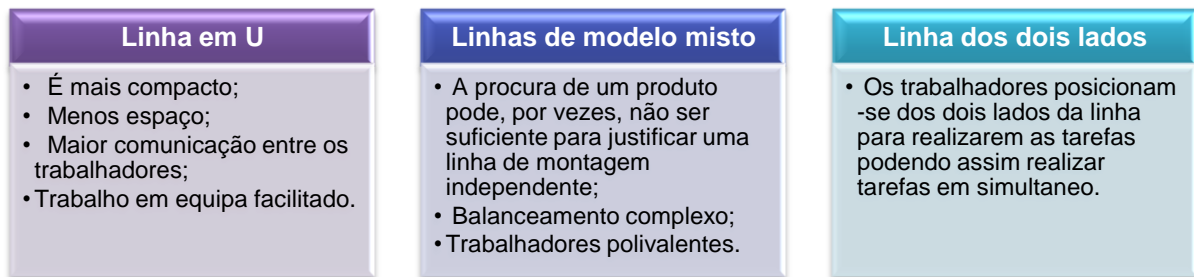


Figura 2. 5 Posição da linha

Balanceamento da Linha de Montagem

Uma linha de montagem consiste numa serie de postos de trabalho, cada um com um intervalo de tempo constante a que se chama tempo de ciclo. É fundamental calcular este tempo pois este tem influência significativa sobre a maioria das decisões do projecto. É calculado considerando a procura provável dos produtos ou serviços ao longo de um determinado período de tempo e a quantidade de tempo disponível para a produção durante esse mesmo intervalo.

$$C = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Quantidade Processada}}$$

A dificuldade do balanceamento de uma linha de montagem consiste na determinação de tarefas para uma dada sequência de postos de trabalho, tal que as relações de precedência entre tarefas sejam satisfeitas e a capacidade da linha otimizada.

O diagrama de precedências consiste na descrição gráfica da ordem na qual as tarefas devem ser realizadas para a montagem total do produto. Um exemplo

de diagrama de precedências é apresentado na Figura 2.6, onde os números existentes nos círculos representam as tarefas, e linhas que unem os círculos descrevem as relações de precedência.

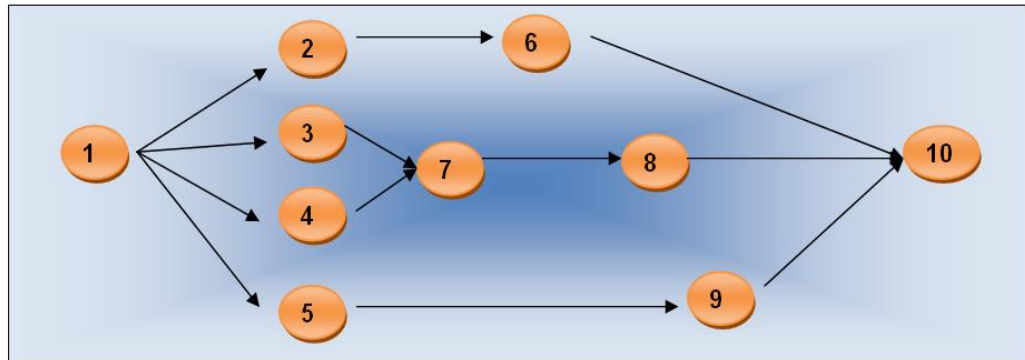


Figura 2. 6 Diagrama de Precedência

O problema inicial consiste em agrupar e alocar tarefas aos postos de trabalho de modo que se preserve a precedência, isto é, nenhuma tarefa pode ser iniciada até que suas tarefas precedentes estejam realizadas.

É complicado de realizar já que os tempos das tarefas atribuídas aos postos de trabalho podem ser diferentes, os componentes não são montados as mesmas velocidades ao longo da linha. O que também acontece devido à instabilidade dos tempos das tarefas. O sistema de transporte de materiais é planeado para que, após o tempo de ciclo calculado em unidades de tempo, os componentes sejam transportados para o posto de trabalho seguinte sem que nenhum dos postos fique inactivo, caso contrário, a tarefa fica por completar, uma vez que, o componente é transportado para o posto de trabalho seguinte. Uma forma de garantir que esta última situação não aconteça é atribuir um tempo suplementar a cada posto de trabalho.

Layout por Processo

“Os *layouts* por processo são concebidos para organizações com vários processos de transformação”, (Render (1997), tradução do autor) (Figura 2.7).

Os equipamentos são organizados em secções homogéneas ou funcionais, onde existe uma adaptação à produção de vários tipos de produtos ou à prestação de diversos serviços. A contrapartida da grande flexibilidade deste *layout* é o facto de se produzir menos, a custos unitários maiores que no caso do *layout* por produto. A gestão e a coordenação da produção tornam-se mais fáceis devido às secções estarem agrupadas.

“O *layout* por processo garante ao sistema uma flexibilidade para se adaptar a diversos produtos. Além disso, esse tipo de organização do sector produtivo requer máquinas de custos menores do que num *layout* por produto. As faltas durante a produção não são tão graves para o sistema pois as operações gozam de uma certa independência” (Stevenson, tradução do autor (2005)).

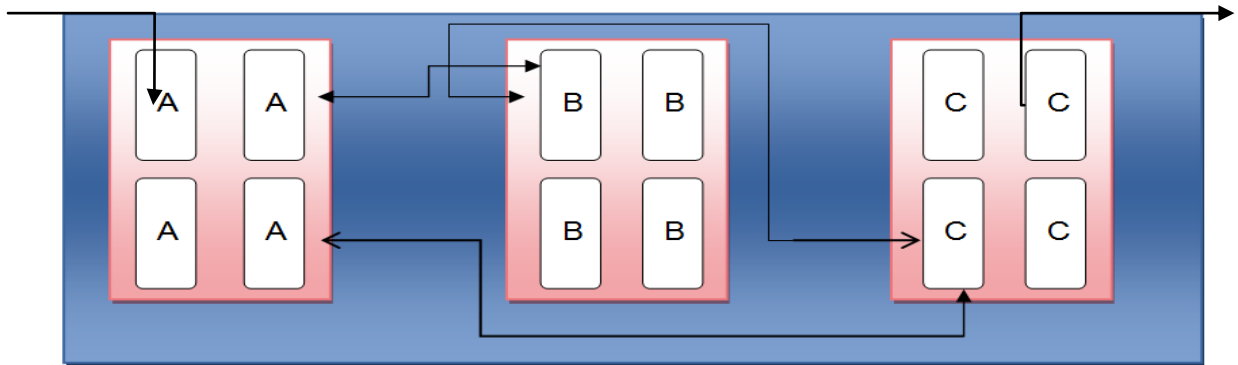


Figura 2.7 Layout por Processo
Fonte: Adaptado de Roldão (2007)

Segundo Pinto (2006), as vantagens/desvantagens desse sistema são as seguintes:

Vantagens

- As taxas de produção são relativamente baixas se comparadas àquelas obtidas com o *layout* por produto;
- Os equipamentos são comercialmente disponíveis sem necessidade de projecto específico.
- Os equipamentos são mais flexíveis, do que aqueles projectados para *layout* de produto;
- Em relação ao *layout* por produto, os custos fixos são relativamente menores, mas os custos unitários de matéria-prima e mão-de-obra são relativamente maiores.

Desvantagens

- Complexidade na gestão e coordenação dos meios (ex: múltiplos fluxos, frequentes mudanças);
- Maiores custos unitários (O *stock* de materiais em processo tendem a ser elevados e bloquear a eficiência do sistema);

- Abundância de tempos não produtivos (ex: transportes, inspecções e *setups*²);

Para projectar um *layout* por processo há que ter em conta, um conjunto de vários factores como:

- O custo de transporte de materiais;
- Os custos iniciais;
- A facilidade de expansão futura;
- A utilização da área;
- A flexibilidade do *layout*, etc.

O custo de transporte de materiais é um dos factores de avaliação da qualidade mais importantes do *layout*, já que tem um forte impacto nos custos totais de operação das unidades industriais.

A informação necessária para a realização do *layout* passa por ter:

- Lista dos departamentos ou centros de trabalho a colocar, a sua dimensão aproximada e a dimensão das instalações;
- Projecção dos fluxos de trabalho entre os diversos departamentos;
- Distância entre localizações e o custo unitário de movimentação de cargas entre localizações;
- Quantia disponível para o investimento;
- Localização de equipamentos base, pontos de entrada e saída, elevadores, cais de carga e descarga.

Para a inclusão de critérios qualitativos no projecto de *layout* utiliza-se uma tabela de relações entre actividades (REL), na qual se classificam as preferências relativas às proximidades entre pares de secções. Esta classificação é baseada na avaliação pelo decisor de um conjunto de factores determinantes dessas relações como, por exemplo, o fluxo, o controlo da produção, a organização fabril, o ambiente, etc. De acordo com o exemplo da Figura 2.8, a proximidade entre os escritórios e os armazéns é considerada absolutamente necessária (por motivo de facilidade de supervisão) e a proximidade entre a secção de montagem e os escritórios é considerada indesejável (devido ao ruído) (Ramos e Xambre (2005)).

² **Setup** - Tempo decorrido para a troca (ferramenta, programa, equipamento) de um processo em execução até a inicialização de próximo processo.

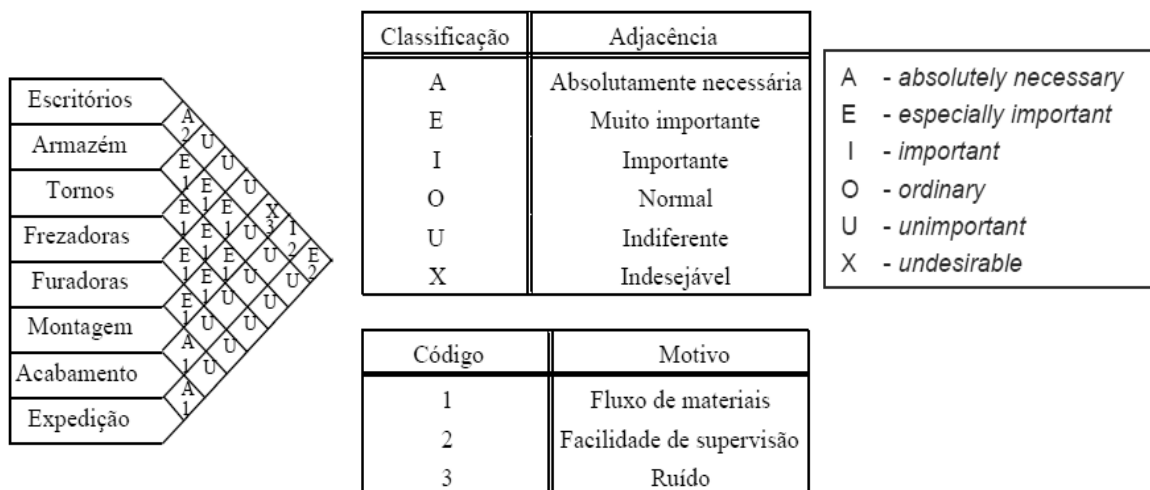


Figura 2. 8 Exemplo de Tabelas REL
Fonte: Ramos e Xambre (2005)

A tabela REL no princípio era utilizada na construção manual de *layouts* fabris. A utilização deste método em problemas de *layout* de médias dimensões originou o aparecimento de novas técnicas computacionais assentes nas tabelas REL e, naturalmente levaram à necessidade de conversão da escala de proximidades em valores numéricos, para possibilitar o seu processamento.

Os procedimentos de construção de *layout* são construídos colocando-se sequencialmente as secções na área de *layout* com base em regras heurísticas. Os algoritmos de construção realizam um esforço computacional reduzido e não necessitam de uma solução inicial para produzirem resultados.

ALDEP – (Automated Layout Design Program)

ALDEP é um modelo computacional que procura uma solução para os problemas de *layout*. Consiste num processo sistemático em que o utilizador tem de definir, à partida, uma tabela REL, o número de secções e a área de cada uma delas.

No início o programa faz uma selecção aleatória de um dos departamentos e coloca dentro de um *layout* de blocos de dimensões iguais. Em cada uma das iterações seguintes, pesquisa-se a tabela REL e, de entre as secções ainda disponíveis, forma-se um conjunto contendo aquelas cuja medida de desejabilidade de proximidade com a secção colocada na iteração anterior é a mais elevada. Se a medida de desejabilidade de proximidade estiver aquém de um limite mínimo pré-especificado pelo utilizador, a secção seleccionada é escolhida aleatoriamente de entre o conjunto de todas as secções ainda

disponíveis; no caso contrário, é escolhida, também aleatoriamente, de entre as secções com medida de desejabilidade de proximidade mais elevada (Ramos e Xambre (2005)).

O processo é repetido várias vezes já que assim existe maior probabilidade de chegar perto da solução óptima.

CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*)

O CORELAP é um modelo computacional que utiliza a escala de preferência para ordenar a escolha dos departamentos. O programa inicia com um par de departamentos que têm um nota A na escala, outro par que tenha a mesma nota, e daí por diante até que todos os relacionamentos tenham sido escolhidos, de seguida são os relacionamentos de pares de nota E a serem escolhidos, e assim por diante até que todos os departamentos com suas diferentes notas tenham sido escolhidos.

Ambos ALDEP e CORELAP utilizam a escala de preferência (A-E-I-O-U-X).

A complexidade combinatória do desenvolvimento de *layout* levou ao desenvolvimento de inúmeros métodos de melhoramento.

Os métodos de melhoramento começam com uma solução inicial e, com base nesta, realizam-se permutas sistemáticas de secções e avaliam-se os resultados. Quando se obtêm uma solução melhor, esta solução é retida até que não se consiga melhorar mais. Os métodos de melhoramento conduzem invariavelmente a melhores soluções do que os métodos de construção, se bem que à custa de um maior esforço computacional, resultante da formação de um maior número de diferentes *layouts*, (Ramos e Xambre (2005)).

CRAFT

O programa informático CRAFT tem como objectivo minimizar o custo do fluxo/movimentação de materiais.

De acordo com Chase (2004) o programa é constituído por heurísticas. Utiliza uma simples regra básica para fazer avaliações que compara dois departamentos de cada vez e troca-os de forma a reduzir o custo total do *layout* este tipo de regra serve também para analisar um pequeno *layout*. O programa vai trocando os pares até conseguir atingir a melhor combinação e

não garante uma solução óptima. O procedimento começa pela avaliação do *layout* inicial introduzido pelo utilizador, a solução inicial é, em geral, determinante na qualidade da solução final encontrada.

O programa pode lidar até com 40 departamentos e raramente excede as 10 iterações para chegar a uma solução.

Layout Celular

“Um *layout* celular (Figura 2.9) é constituído por pequenas oficinas de produção especializadas na realização integral de um conjunto de peças onde cada célula é projectada para produzir eficientemente tipos ou conjuntos de produtos comuns. São também designadas por ilhas de produção onde muitas das vezes se encontram tipos de máquinas semelhantes”, (Courtois (1997)).

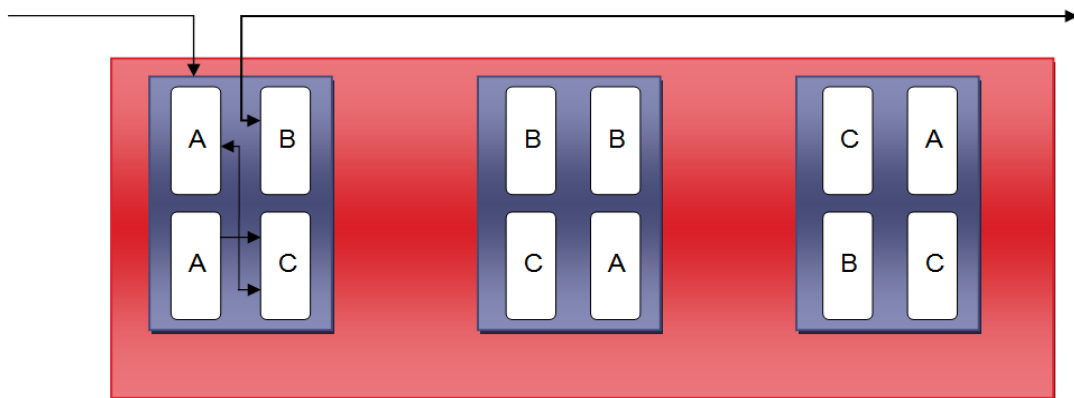


Figura 2. 9 Layout Celular
Fonte: Adaptado de Roldão (2004)

Vantagens

- Eliminação de corredores, origina a eliminação de veículos e pessoas que não estão a ser utilizadas nas actividades produtivas;
- Processamento mais rápido o que origina uma diminuição dos custos;
- Baixo nível de *stocks*;
- Maior flexibilidade;
- Diminuição de problemas de qualidade.

Desvantagens

- Dificuldade em formar famílias;

- Investimentos associados à duplicação de equipamentos e outros meios para preparar células;
- Dificuldades em ajustar novos produtos que não se encaixam em nenhuma das actuais famílias ou células.

Layout Híbrido

Muitas situações exigem uma mistura de vários tipos de *layout* (Figura 2.10). Uma empresa pode utilizar um tipo de *layout* no seu processo de produção e numa outra área da empresa ter uma linha de montagem. Alternativamente, uma empresa pode utilizar um esquema fixo de posição para a montagem do seu produto final, mas utilizam linhas montagem para produzir os componentes e subconjuntos que compõem o produto final (por exemplo, aviões).

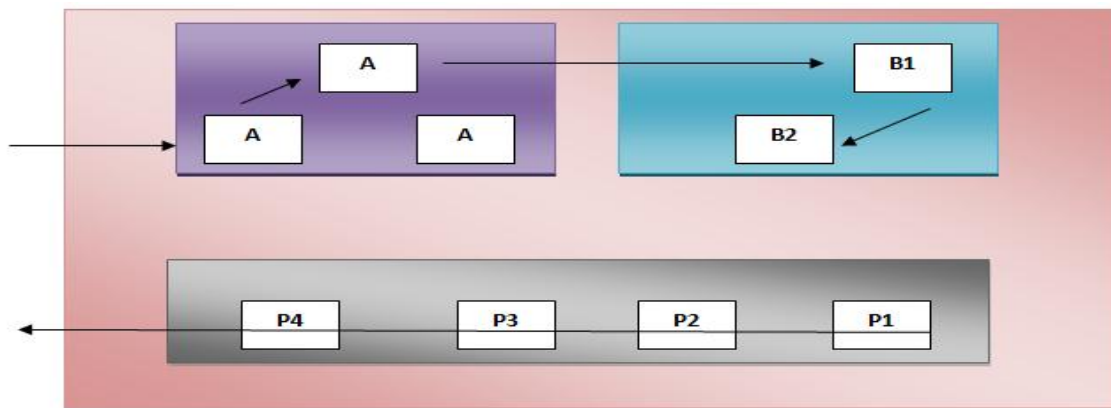


Figura 2. 10 Layout Híbrido

2.1.3 Concepção do Trabalho

Qualquer sistema de operações, para além dos seus recursos físicos e processos de funcionamento, terá de dispor de recursos humanos em que a organização e a motivação sejam características fundamentais para que a empresa alcance sucesso. O trabalho executado pelas pessoas individuais ou em grupo deve ser realizado de forma eficaz, cómoda e tentar o mais possível que seja motivador, o que normalmente não é fácil devido a vários factores como por exemplo os aspectos comportamentais e fisiológicos de cada trabalhador, conflitos que se possam gerar entre eles de interesses ou objectivos. De acordo com Ramos e Xambre (2005) o objectivo geral é organizar,

distribuir o trabalho de forma a estar de acordo com a organização e tecnologia utilizada, enquadrando ao máximo com as necessidades pessoais dos colaboradores.

Ter noção dos tempos de trabalho, por actividade ou posto de trabalho, é um elemento importante, pois só através desse conhecimento se saberá avaliar o desempenho dos trabalhadores bem como poder planear as necessidades e capacidade disponível.

Um padrão de mão-de-obra é o tempo requerido para um trabalhador qualificado executar uma dada tarefa, utilizando um método de trabalho adequado, com um esforço normal. Os padrões de mão-de-obra são bastante mais difíceis de determinar do que os padrões de máquina, já que os trabalhadores podem trabalhar de forma inconstante, sendo assim, os padrões de trabalho são importantes para avaliar o desempenho dos trabalhadores, comparar processos de fabrico alternativos, realizar a calendarização, planeamento e a capacidade.

O tempo observado durante a execução de uma operação por um trabalhador poderá não ser igual à de outros trabalhadores que realizem a mesma operação, pelo que se deve ter em consideração na determinação dos tempos de actividade. É também preciso ter em conta eventuais períodos de espera correspondentes a avarias, faltas de material etc.

Os métodos de medição de trabalho mais comuns nas organizações são através de:

Dados Históricos

Utilização da experiência de um especialista (por ex. encarregado de uma secção) na estimativa do tempo necessário para a execução de uma dada tarefa (estimativa obtida com base na experiência do especialista em tarefas semelhantes realizadas anteriormente). Utilização de dados reais do tempo (número de horas x homem) requerido para desempenhar a tarefa em ocasiões anteriores. Os benefícios em relação a outros métodos é que são simples de obter e baratos e permitem obter padrões de tempo de produtos em fase de projecto. Mas não são objectivos nem exactos (Ramos e Xambre (2005)).

Método das Operações Padrão

Esta abordagem considera que existe um alto grau de semelhança nas operações requeridas para determinadas tarefas. Assim, o método do estudo de tempos é aplicado para calcular o tempo padrão de uma amostra para uma dada tarefa, com diferentes valores das variáveis características, o que permite

inferir uma expressão geral para as tarefas desse tipo. Nem sempre a equação que relaciona o tempo normal com as variáveis características é simples, sendo normalmente necessário recorrer a técnicas estatísticas para se obterem as expressões das curvas que melhor se ajustam aos dados. O tempo normal para a tarefa noutras condições obtém-se pela aplicação da expressão conseguida. O tempo padrão é calculado tendo em conta o ajuste pela compensação do tempo, (Ramos e Xambre (2005)).

Este método tem vantagem em reduzir o tempo utilizado no estudo de tempos e permite obter estimativas para tempos de novas tarefas semelhantes as tarefas existentes. Como desvantagem, não poder ser aplicado a um grande número de tarefas e a determinação das variáveis características nem sempre é evidente.

Tempos Padrão Pré-Determinados

Este é um sistema que utiliza tempos pré estabelecidos para cada movimento fundamental do corpo humano. Um dos sistemas mais comuns de tempos padrão predeterminados é o MTM (*Methods Time Measurement*) que é um produto da *MTM Association*. É um procedimento que estuda todos os movimentos base que uma operação manual ou modo operatório exige para a sua realização e estabelece em cada movimento primário um tempo que depende da natureza do movimento e das condições segundo as quais ele se efectua.

Os movimentos base são classificados em vários tipos segundo Roldão (2004):

- Alcançar (R)
- Mover (M)
- Escolher (G)
- Posicionar (P)
- Voltar (T)
- Libertar (D)
- Deixar (RL)

Estes movimentos não requerem o recurso a factores de desempenho podem ser calculados sem prejudicar as actividades de produção pois não implicam a observação dos trabalhadores. Podem ser calculados antes de a tarefa ser executada podendo ser utilizados para planear. São principalmente eficazes em empresas que realizam muitos estudos de tarefas similares. Por outro

lado é necessário dividir as tarefas em elementos extremamente elementares. Estudos deste tipo só são possíveis, em termos económicos, se a empresa puder recorrer a sistemas já estabelecidos e não se tiver que determinar os tempos padrão.

2.2 *Lean Thinking*

Esta secção pretende fazer uma breve introdução ao *Lean Thinking* e apresentar alguns conceitos que influenciaram o trabalho desenvolvido na empresa durante o período de estágio.

O *Lean Thinking* é um conjunto de técnicas e princípios que tendem a gerar valor ao cliente através da eliminação dos desperdícios presentes em toda a organização. Esta filosofia foi desenvolvida para melhorar a qualidade, produtividade e reduzir custos.

O *Lean Thinking* rege-se por cinco princípios:

1. **Definição de Valor:** Especificar o que gera ou não valor sob a perspectiva do cliente;
2. **Mapeamento da Cadeia de Valor:** Identificar todos os passos necessários no processo para a produção do produto, de modo a não resultarem desperdícios;
3. **Fluxo:** Promover acções com o objectivo de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas.
4. **Sistema *Pull*³:** Produzir apenas as quantidades necessárias para satisfazer os clientes.
5. **Procura da Perfeição:** Tentar manter uma melhoria contínua, procurando sempre a remoção de perdas e desperdícios.

³ **Sistema Pull** – Um posto de trabalho apenas produz quando tem permissão para tal, desta forma, apenas é produzido o que é necessário.

O *Lean* propõe a eliminação de actividades que não agregam valor aos produtos, os chamados desperdícios na produção, que condicionam as actividades e que criam entre 5 a 20% de valor no total do *Lead Time*⁴.

Na Figura 2.11 Chase (2004) enumera sete desperdícios que devem ser eliminados:

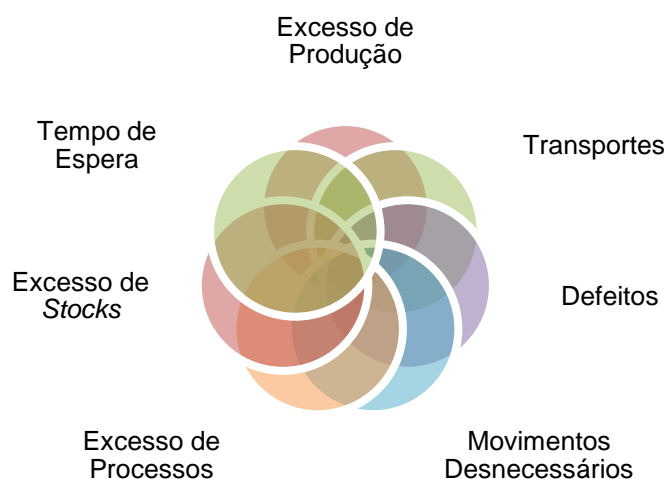


Figura 2. 11 Desperdícios *Lean*

Desperdício com Excesso de Produção: É quando é produzido mais do que o necessário, o que vai originar outros tipos de desperdícios, como custos de energia, manutenção de equipamentos, os produtos deterioram-se tornam-se obsoletos.

Desperdício no Tempo de Espera: Resulta quando o material fica a espera para ser processado, ficando a acumular e formando filas de espera.

Desperdício de Transporte: A movimentação de produtos de um lado para o outro não cria valor.

Desperdício com o Excesso de Processos: Um esforço extra que as organizações fazem e que não agrega valor ao produto (ou serviço) do ponto de vista do cliente.

⁴ **Lead time** (tempo total de execução) - é o tempo que decorre entre o início de uma actividade e a sua conclusão

Desperdício com Excesso de Stocks: Qualquer material ou produto em quantidade superior ao imediatamente necessário para o processo ou para o cliente é desperdício.

Desperdícios com Movimentos Desnecessários: É qualquer tipo de movimento de pessoas, instrumentos e equipamentos que não agregue valor ao produto ou serviço por exemplo quando é realizado algum tipo de selecção ou a procura de peças.

Desperdícios com Defeitos: Refere-se aos desperdícios criados pelos problemas da má qualidade do processo produtivo. Produtos com defeito originam desperdícios de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenamento de sucata.

A contínua redução ou eliminação destes desperdícios resulta em grandes diminuições nos custos e nos tempos de ciclo. Uma análise profunda a cada um dos oito desperdícios Lean permitirá que se descubra qual é a prática *Lean* mais adequada para começar a lidar com as causas identificadas.

Outros desperdícios existentes também nas organizações podem ser o não aproveitamento do potencial das pessoas e ainda quando os produtos ou serviços não satisfazem as necessidades dos clientes.

Entre outros *Lean* assume como práticas correntes:

- *Housekeeping* – Organização do local de trabalho;
- Gestão Visual⁵;
- *Standardização* do trabalho;
- Redução de *setups* – *Smed*⁶.

Uma das técnicas de melhoria da organização do local de trabalho que tem uma grande visibilidade nos dias de hoje são os 5 S's (*housekeeping*), que têm como principal objectivo organizar os postos de trabalho, de forma a aumentar a produtividade do trabalho e diminuir os desperdícios associados aos processos.

⁵ **Gestão visual** – A estratégia de disponibilizar informações visuais das actividades diárias, nos locais de trabalho e acessíveis a todos

⁶ **SMED** – Um grupo de técnicas para se obter uma mudança rápida de ferramentas/ produtos nas linhas de produção

Housekeeping – Organização do Trabalho

Os 5 S's são uma técnica de melhoria originária do Japão, que tem o seu significado em cinco expressões japonesas e que procura organizar os postos de trabalho, de forma a aumentar a produtividade do trabalho e diminuir os desperdícios associados ao processo, sendo os seus princípios demonstrados na Figura 2.12.



Figura 2. 12 Organização do Trabalho 5'S

As empresas podem ter vários benefícios com a aplicação dos 5 S's entre eles podem-se salientar os seguintes:

- Permite uma rápida visualização dos problemas;
- Permite aumentar a eficiência no trabalho;
- Permite reduzir os desperdícios, os tempos de execução e movimentação, logo os custos;
- Cria a disciplina para conseguir a *standardização* dos trabalhos;
- Permite aumentar a segurança nos postos de trabalho.

A metodologia 5 S's é normalmente utilizada para começar uma implementação de projectos *Lean* já que necessita da participação da grande maioria dos trabalhadores e por proporcionar resultados rápidos e visíveis permitindo a todos os colaboradores envolvidos no processo, visualizarem os desperdícios.

1º S – Separar (o útil do inútil)

O primeiro S centra a atenção na eliminação de tudo que é inútil. Uma metodologia utilizada para esta fase é a colocação de etiquetas vermelhas, nos itens que não são necessários para a conclusão das tarefas.

A arrumação é um factor de produtividade já que facilita os fluxos e a identificação/procura de itens, evita acidentes e origina ganhos de espaço. Arrumar é ganhar espaço mal ocupado tornando as coisas visíveis o que vai facilitar a gestão e simplificar os circuitos (de informação, pessoas e materiais).

2º S – Arrumar

Ao colocar o necessário em locais de fácil acesso evitam-se perdas de tempo. Deve ser colocado tudo que é útil para o trabalho por ordem e respeitando a segurança, qualidade e eficiência.

3º S – Limpar

O estar limpo é a mesma coisa que ausência de lixo/sujidade, isto é, o lixo é um factor de degradação e é um efeito da desordem e falta de organização.

Para além das tarefas normais de limpeza, nesta fase deve-se também procurar analisar se os equipamentos se encontram em condições de uso, por exemplo manutenções, calibrações, aferições, etc.

4º S – Normalizar

Normalizar é manter constante a limpeza, a arrumação e a ordem nos postos de trabalho. Como forma de exemplo é necessário definir por escrito os aspectos a controlar, de forma a se poderem atingir os objectivos traçados, sejam eles, definição de níveis de stocks mínimos, periodicidade para limpar os postos de trabalho, datas para a identificação dos destino a dar aos itens desnecessários, etc.

5º S – Disciplina

A última fase dos 5 S's resume-se na necessidade de continuar um trabalho contínuo, para que os esforços e recursos até aqui utilizados sejam mantidos na empresa, cada vez com mais e melhores resultados. Para o atingir esse objectivo é necessário que sejam definidos planos de trabalho para os 5 S's, com objectivos claros e determinar uma forma de comunicação dos benefícios e progressos dos 5 S's a toda a organização.

Esta é talvez a fase mais difícil de conseguir já que ser disciplinado é executar com precisão as normas pré-definidas para a realização das tarefas.

O custo de implementação do programa 5's não é elevado e normalmente não há necessidade de comprar nada, apenas adequar certos materiais a outros fins. Algumas fases do método podem ter um custo mais elevado que outras, o que dependerá também do número de pessoas envolvidas no processo, do nível de compromisso, da estrutura física e da situação actual da empresa. Quanto mais depressa forem as pessoas mobilizadas para a implementação do programa, menores serão os tempos e custos.

Esta metodologia de trabalho pode ser aplicada a qualquer tipo de empresa, independente da sua dimensão, segmento, produtos, tempo de existência, pois o conceito do 5'S, além de ser muito simples, muda a percepção das pessoas em relação ao significado do trabalho e qualidade de vida.

CAPÍTULO 3 - O Processo de Produção da Arsopi – Thermal

3.1 Apresentação da Empresa

A Arsopi-Thermal foi constituída em 1989 e iniciou a laboração em 1992, tendo a sua sede e as suas instalações fabris presentes no concelho de Vale de Cambra do distrito de Aveiro (Figura 3.1).



Figura 3. 1 Arsopi - Termal
Fonte: www.arsopi-thermal.com

O seu capital é detido na sua totalidade pela ARSOPI - Indústrias Metalúrgicas Arlindo Soares Pinho S.A. (carácter familiar), tendo um volume de vendas anual na ordem dos 3.500.000.€.

A Arsopi-Thermal tem um total de 38 trabalhadores, dos quais 16 trabalham na produção e os restantes estão repartidos noutros sectores da empresa como mostra o seguinte organigrama (Figura 3.2).

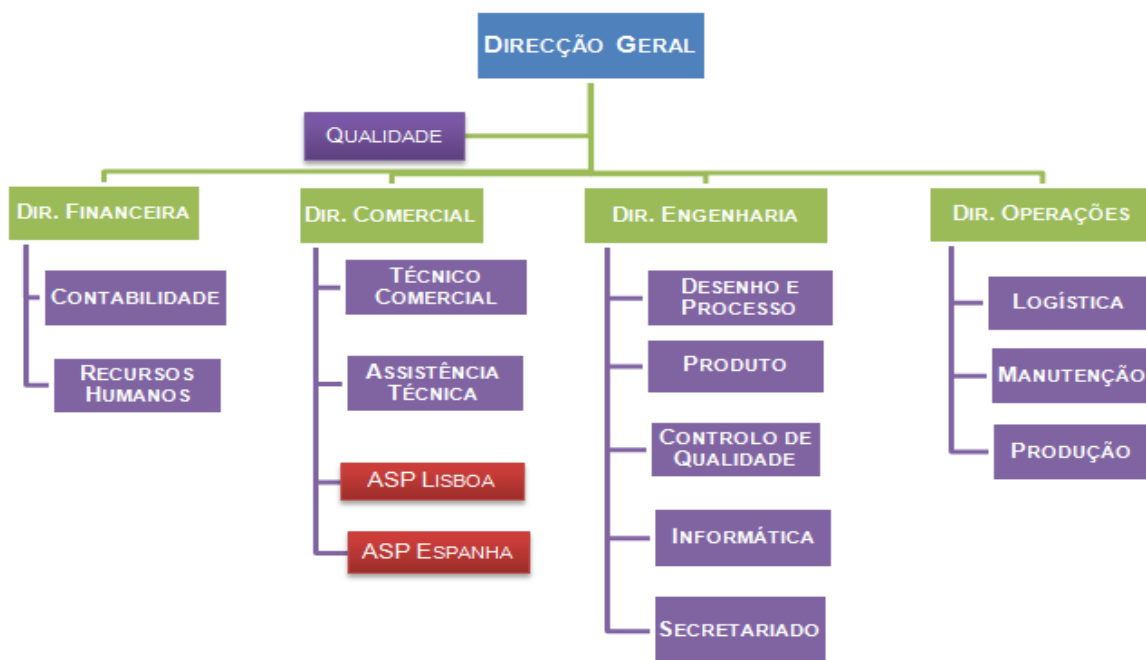


Figura 3. 2 Organigrama
Fonte: Arsopi – Thermal

A sua carteira de clientes é composta essencialmente por clientes nacionais, que representam cerca de 65 % do volume de vendas, tendo como factores decisivos de compra na ASPTH, a qualidade dos produtos e os prazos de entrega. Actualmente, os restantes 35% são exportações para cerca de 41 países de todo o mundo.

Todas as compras principais de matéria-prima são via Arsopi, por motivos estratégicos. Os principais clientes são Arsopi (casa mãe), Unicer, Lactogal, Siderurgia Nacional, Sonae, Edp, Dolce Vita, Air Liquide e outros instaladores de Avac.

A estratégia de desenvolvimento da ASPTH foi estar sempre na vanguarda da tecnologia, através de uma cooperação estreita com a *Hisaka Works*, que lhe tem assegurado uma actualização constante de produtos e conhecimento e um apoio tecnológico que lhe permite a obtenção de uma excelente qualidade de fabrico e funcionamento dos seus permutadores de calor de placas.

Rapidamente a ASPTH veio ocupar um lugar de destaque no mercado nacional, procurando, também, obter uma posição internacional de relevo. Além de ter um processo produtivo de permutadores a empresa presta também aos seus clientes o serviço de Assistências Técnicas, que pode ser elaborado nas instalações do cliente, ou na própria empresa Arsopi-Thermal.

Tendo em vista uma diferenciação no mercado, a Arsopi-Thermal divide sua actuação em duas unidades de negócio distintas:

- Produção de Permutadores de Calor de Placas
- Assistência técnica

Permutador de Calor de Placas

O permutador de calor de placas (Figura 3.3) consiste num conjunto de placas de metal corrugadas com quatro furos para a passagem dos dois fluidos entre os quais se vai trocar calor. O conjunto de placas é montado entre a placa de estrutura e a placa de pressão e comprimido pelos parafusos de aperto. As placas têm montada uma junta que sela o canal e dirige o fluido entre canais alternados. O número de placas é determinado pelo caudal, propriedades físicas do fluido, perda de carga e programa de temperaturas.



Figura 3. 3 Permutador de Calor de Placas
Fonte: Arsopi-Thermal

Placas de Transferência de Calor

A placa de transferência de calor é uma chapa metálica de espessura bastante fina (normalmente entre 0,5 mm e 1 mm), estampada a frio em prensas adequadas.

O seu fabrico obedece a um rigoroso sistema de controlo, onde normalmente, é assegurada a rastreabilidade de cada placa, através de marcação do respectivo lote de estampagem.

A sua geometria canelada proporciona um aumento da área de transferência e tem a dupla função de proporcionar rigidez e originar uma grande turbulência nos fluidos, na sua passagem pelos canais formados por placas contíguas.

As placas utilizadas nos permutadores de calor de placas – ARSOPI estão divididas em dois tipos de perfil: de canelado horizontal e de canelado em “espinha de peixe” (Figura 3.4).

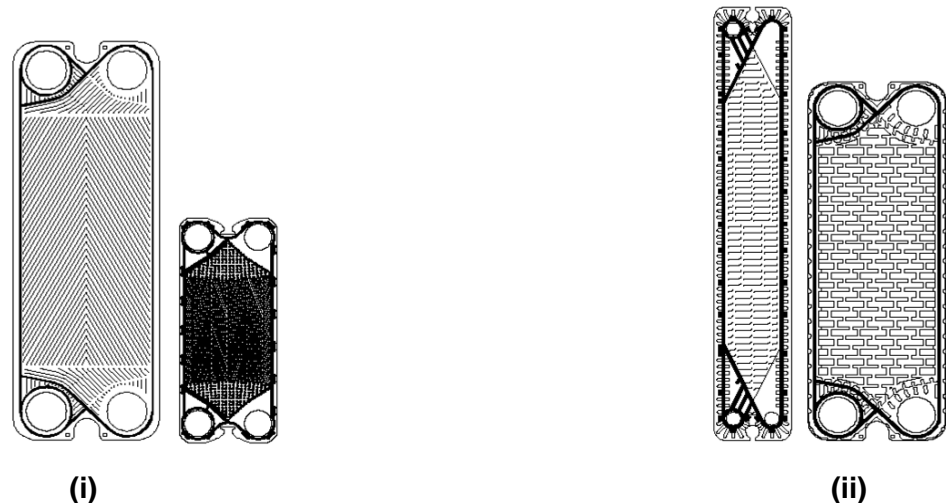


Figura 3. 4 Placas com Perfil de Canelado: i) “Espinha de Peixe”; ii) Horizontal
Fonte: Arsopi - Thermal

As placas podem ser preparadas para receber juntas coladas, ou do tipo “*Slit-In*”, isto é, preparadas para receber juntas de fixação. De acordo com as condições de temperatura, pressão e compatibilidade com os fluidos, é seleccionada a qualidade de material adequada.

Os materiais mais comuns são:

- Os aços inoxidáveis;
- O titânio e suas ligas;
- O Níquel e suas ligas.

3.2 O Processo de Fabrico

O processo de fabrico da ASPTH é um processo de fabrico unitário, isto é, caracteriza-se pelo fabrico de permutadores únicos ou em pequenas quantidades (dois ou três) para a indústria ou para o sector alimentar.

São produzidos permutadores à medida e destinados a clientes específicos onde cada cliente especifica a finalidade que tem relação ao permutador, isto é, a pressão de trabalho que deseja que este tenha, a temperatura e o caudal que deve atingir e o coeficiente de transferência de calor.

Essa estratégia foi adoptada pela empresa devido ao tipo de produtos que fabrica mas também de forma a adaptar-se aos pedidos dos seus clientes (quantidade, tipo e tempo) e o equipamento utilizado é por norma *standard*.

O *layout* da ASPTH não está bem definido mas aproxima-se a um *layout* por processo. Os equipamentos e/ou operações semelhantes estão agrupadas várias secções.

Verifica-se que a fábrica está dividida em três naves, sendo duas delas essencialmente de fabrico e uma de armazém, montagem e expedição. Assim na nave um está localizado o fabrico de placas de transferência de calor, na nave três a construção de componentes e na nave dois é localizado o armazém central e a respectiva montagem e expedição. O fluxo é representado na forma de M, este segue da entrada de matéria-prima pelas naves um e dois terminando na expedição da nave três. (Figura 3.5)

O *layout* das naves é um *layout* visual em linha, no entanto, numa análise mais cuidada verifica-se que existe muito “contra-fluxo” e repetição de tarefas, determinados artigos são obrigados a seguir em linha e a voltar para trás.

A maioria dos operadores é polivalente e sabe realizar quase todas as etapas do processo produtivo.

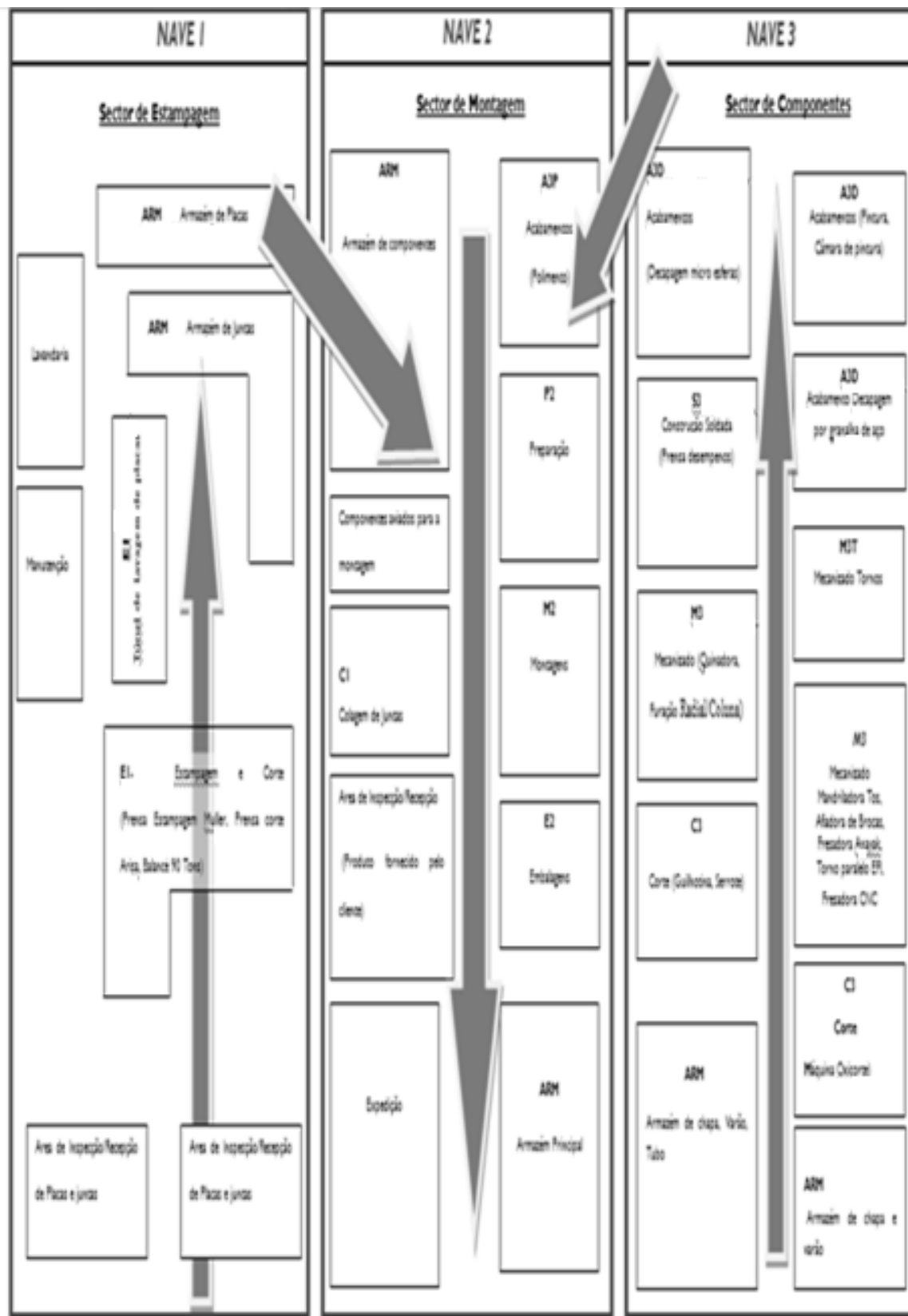


Figura 3. 5 Processo de Fabrico da ASPHT

Fonte: Arsopi- Thermal

Fluxo de Produção de Placas de Transferência de Calor

O fluxo de produção para os diversos modelos de chapa dentro da empresa é padronizado e as actividades de produção são descritas por posto de trabalho na forma de uma gama operatória (Figura 3.6).

GAMA OPERATÓRIA (RESUMO)													
THERMAL													
Página : 1													
Companhia : 200													
Operaç.	Tar.	Descrição	Ctrl Máq.	Tempo	Pcs/Tmp	Tempo/	Carga	Carga	So-	Informç.	Data	Data	Pós-
			tr.	prepr.	/ [Hora]	Peça	Md0	máqu.	brp	adicion.	introd.	vencim.	cons. reco.
Artigo de fabrico: 518712 PLACA VX01.6 BLSI316L 1234 SI 1 m													
Gama operatória : 10 C.07.518712													
Gama standard : Não													
1/	1	211 Lubrificação Chapas	E1	0	0	0,300	1,00	0,00	0,00		24-05-07	Não	Não
2/	1	215 Preparação (Muller)	E1	180	0	0,000	2,00	0,00	0,00		24-05-07	Não	Não
3/	1	210 Estampagem Placas	E1 21	0	0	0,220	2,00	1,00	0,00		24-05-07	Não	Não
4/	1	225 Preparação (Arisa)	E1	90	0	0,000	2,00	0,00	0,00		24-05-07	Não	Não
5/	1	220 Corte Placas	E1 22	0	0	0,160	2,00	1,00	0,00		24-05-07	Não	Não
6/	1	221 Corte Slit-in	E1 22	0	0	0,150	2,00	1,00	0,00		24-05-07	Não	Não
7/	1	222 Gravação Lote	E1	0	0	0,230	1,00	0,00	0,00		24-05-07	Não	Não
8/	1	240 Lavagem Placas (Túnel)	E1 24	0	0	0,240	2,00	1,00	0,00		24-05-07	Não	Não
25/	1	25 Preparação (Guilhotina)	C3	0	0	5,000	1,00	0,00	0,00		24-05-07	Não	Não
30/	1	20 Corte (Guilhotina)	C3 2	0	0	1,000	1,00	1,00	0,00		24-05-07	Não	Não

Figura 3. 6 Etapas do Processo de Estampagem de Placas

Fluxo de Chapa Sem Medida (desde a recepção até ao armazenamento)

Ao chegar às instalações da empresa, a chapa é descarregada na zona de recepção e inspecção claramente identificada e definida para o efeito. Aqui é realizada a tarefa de inspecção por parte do controlo da qualidade onde averigua se o fornecimento está de acordo com o pedido e com os requisitos de compra estabelecendo um valor de índice de qualificação ao fornecedor. Após receber a ordem de fabrico as chapas são deslocadas para a área do corte (Guilhotina), onde se realiza a operação de corte para transformar a chapa inicialmente comprada, para as medidas únicas de estampagem consoante o modelo a estampar. A chapa de transferência de calor (chamo chapa de transferência de calor, pois já houve valor acrescentado, a nível de mão-de-obra e de maquina) volta a circular logo de seguida para a zona de lubrificação onde é pulverizada uniformemente com óleo. Após esta tarefa segue-se a tarefa de estampagem, onde aqui é transformada em placas

(Figura 3.7) com efeito espinha de peixe, ou seja, a chapa começa a ganhar forma de placa de transferência de calor.



Figura 3. 7 Molde de Estampar

No final da estampagem estas circulam para a zona do corte periférico e abertura dos furos por onde circulará mais tarde os fluidos. Nesta zona é também realizada a marcação do lote de estampagem, que garante a sua rastreabilidade no futuro. Após isto voltam a entrar na zona de corte periférico para abertura do “*Slit-In*”, nesta operação serão realizados diversos corte por toda a placa, de forma, a que no futuro se possa encaixar a junta para realizar a vedação do permutador. Para concluir o processo de estampagem basta apenas passar na zona do túnel de lavagem e serem lavadas, de forma, a que o óleo inicialmente aplicado seja retirado. O processo é concluído com as placas de transferência de calor armazenadas por modelo/tamanho.

Fluxo de Chapa á Medida (desde a recepção até ao armazenamento)

O fluxo é idêntico ao anterior, com a excepção de não se deslocar à zona de corte (Guilhotina), pois esta chapa é adquirida com as medidas exactas para a sequência de estampagem.

Fluxo de Placas Compradas (desde a recepção até ao armazenamento)

Na recepção das placas de transferência de calor compradas à empresa parceira HISAKA WORKS, estas são inspeccionadas pelo controlo de qualidade. Este verifica com rigor as possíveis deformações e confere se a quantidade, material e modelo confere com a ordem de compra. O controlo de qualidade, após concluir o processo de inspecção, aprova (ou não, nesta situação o produto segue para a zona de produto não conforme) o material com

o selo verde e segue de seguida para o seu armazém. Aqui são armazenadas em estante consoante o modelo/tamanho, espessura (0,5; 0,6 ou 0,8) e a liga do material (Inox ou Titânio).

Fluxo de Placas do Armazém até a Expedição

As placas podem seguir dois caminhos diferentes: ou são vendidas para *spares*, ou seja, como ordem de venda directa, ou utilizadas para incorporar nos permutadores de calor. Assim sendo, se verificarmos o primeiro percurso, as placas seguem do armazém para a zona de embalagem e de seguida para a expedição. No segundo caso, estas deslocam-se do armazém para a zona de colagem de juntas onde é incorporada a junta à placa, de seguida seguem para a zona de montagem onde a placa com junta é acrescentada ao permutador de calor, que segue para a zona de ensaio hidráulico onde é efectuado o teste hidráulico que garante a estanquicidade do aparelho. Após este passo resta a embalagem e a expedição.

A Figura 3.8 mostra o fluxo de placas de transferência de calor desde a sua chegada em forma de chapa até a expedição dentro dos permutadores de calor.

Movimentação do Produto

O principal meio de movimentação da chapa e das placas de transferência de calor são os empilhadores e/ou as pontes rolantes, no caso de serem utilizadas em grandes quantidades no decorrer do seu processo de transformação e armazenamento. A passagem das placas, durante o processo de transformação, entre máquinas é feita manualmente.

O abastecimento é realizado através de carros próprios de abastecimento e no decorrer da operação e após a montagem do permutador, utilizam-se as pontes rolantes para os transportarem para a embalagem e expedição.

3.3 O Projecto

Este relatório tem como objectivo uma análise de todo o processo de produção das placas de transferência de calor e a sua posterior reformulação de forma a otimizar todo o fluxo produtivo, eliminando desperdícios de tempo e de movimentação. Espera-se conseguir um fluxo contínuo e, com isso, reduzir o *lead time*, a quantidade de *stock* em processo e o prazo de entrega com consequente aumento da margem de lucro pela empresa.

O método de trabalho utilizado tem por base a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*) desenvolvida por Muther (1978), e são também utilizadas técnicas de melhoria de *layout* e aplicação da filosofia *Lean* mais propriamente 5 S's.

Para entender quais foram as motivações e os objectivos da reformulação do processo produtivo das placas de transferência de calor, realizou-se uma reunião com o director do Departamento de Produção. Os resultados obtidos dessa reunião estão apresentados na tabela 3.1.

Tabela 3. 1 Motivações e Objectivos da Reformulação do Processo

MOTIVAÇÕES	OBJECTIVOS
Tempos de entrega competitivos	Diminuir prazos de entrega dos produtos acabados
Problemas com o controlo de <i>stocks</i> de chapa	Ter total controlo dos <i>stocks</i> existentes, com contacto visual de preferência, reduzindo assim falhas e perdas de tempo no abastecimento.
Repetição de operações	Utilização de uma ferramenta para realizar duas operações em simultâneo
Fluxo de trabalho eficiente	Tornar o Layout em Linha e assim evitar repetir operações
Elevada Área	Ganhar área de fábrica para outras operações
Aplicar 5 S's na Embalagem e Montagem	Estão demasiado desarrumadas e sujas
Aumento de vendas	Melhorar tempo de resposta às necessidades do mercado reduzindo <i>lead time</i> total de entrega dos produtos

O papel da Direcção da empresa é muito importante para o sucesso do projecto.

O envolvimento total da gestão de topo é muito importante para que se consiga a motivação de todos. A Direcção nomeou um chefe de projecto, o director de produção, e atribuiu responsabilidades assim como objectivos para todos os elementos envolvidos no projecto. A Direcção realizou também, a calendarização do projecto (ver secção 4.2).

O chefe do projecto que é, como anteriormente referido, o director de produção, é responsável pela implementação do projecto e pelo seu bom funcionamento. O chefe do projecto terá de preencher os seguintes requisitos:

- Possuir um bom conhecimento da empresa e dos seus diferentes departamentos;
- Possuir boa experiência industrial sobretudo na área de produção;
- Ter personalidade e sentido de liderança para poder convencer e fazer passar as suas ideias;
- Ser responsável e reconhecido na empresa a fim de que a sua autoridade lhe permita arbitrar os conflitos que possam ocorrer.

Foi então escolhida a equipa que vai proceder a reorganização do novo *layout*. Esta equipa é então constituída pelo Director de Produção, por uma estagiária da Universidade de Aveiro, pelo encarregado de produção e por vários operadores incluídos no processo.

CAPÍTULO 4 - Metodologia Adoptada

Neste capítulo descrevem-se as fases do método SLP (*Systematic Layout Planning*) aplicadas à empresa (visto ser uma reestruturação de uma secção e não a implementação de um novo *layout* não são aplicados todos os critérios do método), assim como a calendarização do projecto que a empresa se propôs para atingir os objectivos.

O método SLP está baseado em cinco elementos fundamentais segundo Muther (1976):

Produto – Os produtos a fabricar, as matérias-primas, os componentes adquiridos, os produtos semi-acabados e finais, os produtos podem ser classificados em artigos, modelos, subconjuntos e conjuntos;

Quantidade - A quantidade dos produtos a fabricar ou de materiais utilizados;

Processo Operativo - O processo de fabrico, gráficos do processo e folhas operatórias que, para além da sequência de operações, determinam os equipamentos e as ferramentas a utilizar;

Serviços anexos – São serviços, actividades e funções que são necessárias para além das operações de transformação, designadamente, manutenção, inspecção e os armazéns;

Tempo - O tempo que os produtos demoram a serem fabricados, transformados.

4.1 As Fases do SLP (Adaptado)

O procedimento SLP é constituído por três fases como mostra a figura 4.1:

1. Análise;
2. Desenvolvimento de Alternativas;
3. Selecção e Implementação.

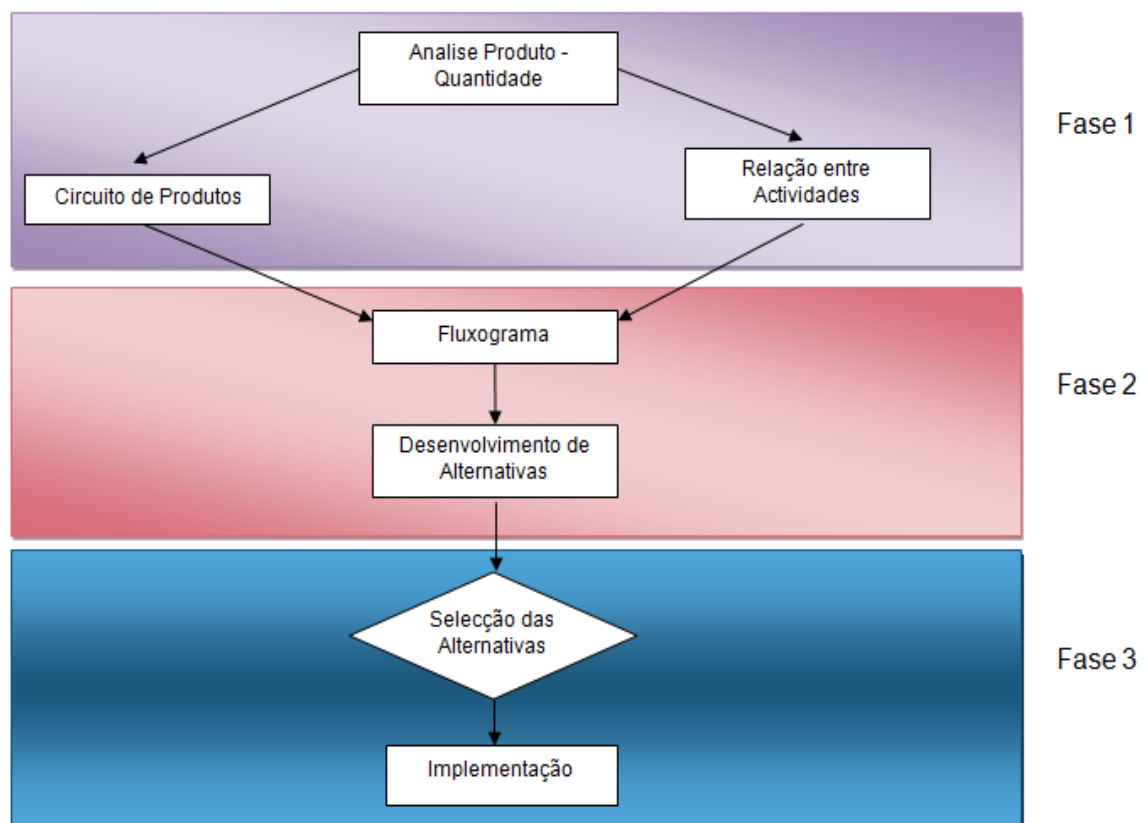


Figura 4. 1 Método SLP
Fonte: Adaptado de Roldão (2004)

Fase I - Análise

O SLP inicia, com uma análise aos produtos a fabricar e às quantidades previstas para todas as actividades produtivas no processo de produção. Trata-se principalmente da análise de volume e de variedade de produtos. Esta análise constitui a base da selecção do tipo de produção (analizada no capítulo 2) e do tipo de *layout* que se irá adaptar tendo como referência a produção prevista ou o plano de produção dos produtos.

Devem constar para uma melhor análise:

- *Layouts*, á escala, dos locais e das instalações;
- Catálogo de produtos fabricados pela empresa;
- Gamas de produção de produtos;
- Características dos meios de movimentação.

Análise do fluxo de materiais

Antes de começar a análise do fluxo de materiais, deve ser analisado o processo de produção, que indica como os produtos serão fabricados. O

processo de produção mostra a sequência de operações fundamentais para a produção.

Com todos os dados necessários adquiridos elabora-se um fluxograma⁷ onde se reproduz os fluxos observados através da observação directa e da ordem das operações. Uma forma eficaz e de fácil interpretação é utilizar cores diferentes para fluxos diferentes. Esta representação permite visualizar:

- A extensão dos circuitos;
- A complexidade dos fluxos;
- Os locais de armazenamento;
- Os pontos de inversão, se estes existirem;
- As movimentações desnecessárias ou demasiado longas;
- A necessidade de novas movimentações.

Depois de realizado o fluxo de materiais, será feita uma análise de forma a conseguir otimizar o fluxo o mais possível. Constrói-se uma tabela onde se enumera cada passo do processo e se averigua a distância percorrida e o tempo gasto entre os passos. Com a tabela preenchida é fácil verificar o número total de passos durante o processo, bem como a distância e o tempo total

Análise dos Factores Críticos

O fluxo óptimo corresponde ao processo produtivo que atende às necessidades em termos de produto, quantidade e tempo. Num fluxo óptimo os materiais deslocam-se numa única direcção à medida que vão sendo processados. A identificação dos pontos fracos, responsáveis pela perda de produtividade e pelas falhas nas condições de trabalho, originará ideias de melhoria.

Uma análise poderá ser através do estudo das respostas a várias perguntas como:

- Posso eliminar este passo?
- Posso combinar este passo com outro?
- Posso automatizar este passo?
- Posso mudar o processo produtivo para reduzir as distâncias?

⁷ Fluxograma é a representação gráfica que mostra a deslocação dos materiais desde que chegam até á expedição.

- Posso posicionar os postos de trabalho mais próximos?
- Quanto custa produzir esta parte?
- Vale a pena produzir esta parte?

Metas da Análise do Fluxo

- Minimizar distância percorrida;
- Minimizar retornos (contrafluxos);
- Minimizar fluxos cruzados;
- Eliminar operações ou passos desnecessários no processo;
- Combinar e encadear operações no processo;
- Minimizar custos de produção;

Análise do espaço

Após serem identificadas as actividades, sectores e serviços, há então a necessidade de determinar os espaços, de forma a assegurar um adequado funcionamento dos processos e de movimentação dos materiais.

Determinados os espaços necessários para cada sector ou serviço, poderão ser estudadas soluções alternativas de implementação, as quais contudo, deverão ter em conta as limitações práticas, tais as características do pavimento, colunas, muros etc.

Relação entre actividades

A análise da circulação dos produtos, não considera os serviços anexos (manutenção, inspecção, armazéns, etc) que são muito importantes num processo produtivo e devem estar ligados de forma organizada. Os motivos de proximidade ou afastamento entre as actividades, poderão ser resultantes da:

- Importância de contactos directos;
- Importância de contactos administrativos ou de informação;
- Utilização comum de equipamentos ou meios auxiliares;
- Utilização comum de pessoal;
- Utilização de serviços comuns;
- Questões ambientais;
- Circulação de produtos.

Fase II - Desenvolvimento de Alternativas

Esta fase consolida as informações obtidas e dá início ao processo de elaboração das alternativas de *layout*.

Desenvolvimento de alternativas

Roldão (2004) explica que existindo alternativas de implementação há, consequentemente, a necessidade de se avaliar, o que poderá ser realizado tendo em conta não somente aspectos de carácter quantitativo (custos, áreas, etc.) mas, sobretudo, factores qualitativos, entre outros.

- Facilidades de uma futura expansão,
- Eficácia do circuito de produtos e da relação entre actividades;
- Facilidade de supervisão;
- Condições de trabalho;
- Segurança.

Depois de avaliada a situação actual é muito mais fácil detectar os desperdícios que se vão acumulando ao longo do processo, combinar passos, idealizar postos de trabalho, eliminar contra-fluxos e fluxos cruzados, reduzir a distância, reduzir o custo de produção, melhorar a qualidade e aumentar a segurança no trabalho.

Fase III – Selecção de Alternativas e Implementação

Nesta fase são escolhidas as melhores alternativas para implementar no *layout*. Neste processo deve-se considerar que os critérios do projecto foram satisfeitos e que irão trazer vantagens de preferência significativas, além disso, permite que as pessoas influenciadas no processo de optimização do *layout* participem das decisões.

Na altura da implementação procuram-se seguir as orientações do projecto, definidas na fase inicial, fazer ajustes e correcções sempre que necessário. É nesta fase que se irão implementar as alternativas escolhidas e desenvolver o *layout* optimizado.

4.2 Calendarização do Projecto

A reorganização do processo de fabrico de estampagem de placas na empresa deve ter uma duração de 8 meses.

Foi bem explícito pela Direcção que este período não se deverá prolongar para além do estabelecido, sendo que, todos os elementos envolvidos no projecto terão de trabalhar de forma dinâmica, visto que o alargamento desse prazo poderá originar a desmotivação por parte dos envolvidos.

A partir do momento em que a Direcção tomou a decisão de avançar com o projecto, ela formalizou a sua calendarização dividindo-a em quatro fases como mostra a Tabela 4.1:

As fases estão distribuídas pelo seguinte calendário:

- Fase de definição do projecto – Início em Setembro e conclusão em Outubro do ano de 2008;
- Fase de análise da situação actual – Início em Outubro do ano de 2008 e conclusão no final de Dezembro de 2008;
- Fase de pesquisa de soluções – Início em Dezembro de 2008 e conclusão em Março de 2009;
- Fase de implementação – Início em Fevereiro do ano de 2009 e final em Abril.

Tabela 4. 1 Calendarização do Projecto

Descrição do Projecto	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Definição do Projecto								
Análise da Situação Actual								
Pesquisa de Soluções								
Implementação de Melhorias								

CAPÍTULO 5 – Resultados Obtidos

Os resultados obtidos na realização do projecto são apresentados seguidamente pela ordem referida no capítulo anterior.

A calendarização não correu bem como o planeado no início do estágio ficando na verdade como mostra a Tabela 5.1.

Tabela 5. 1 Nova Calendarização do Projecto

Descrição do Projecto	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Definição do Projecto								
Análise da Situação Actual								
Pesquisa de Soluções								
Implementação de Melhorias								

5.1 Análise da Situação Actual

Volume de Produção e Variedade de Produtos

Existem 3 tipos de chapa que são transformadas na Arsopi-Thermal como já foi explicado anteriormente, a quantidade de placas estampadas em alguns casos demonstra perfeitamente as que tem maior consumo. O ponto de fabrico destas placas é de acordo com a cadeia de MRP's ⁸que decorrem frequentemente.

O número exacto de placas a estampar é a quantidade entregue pelos fornecedores (que nunca é precisamente igual à encomenda), menos as chapas que são gastas para acertar a ferramenta de estampagem

A Figura 5.1 demonstra a análise da quantidade de placas estampadas durante o ano de 2008 e os respectivos modelos.

⁸ **MRP** - é um sistema de controlo de existências que procede às ordens de compra e fabrico em resposta a um plano director de produção e a uma explosão de materiais, não incluindo programação de capacidade.

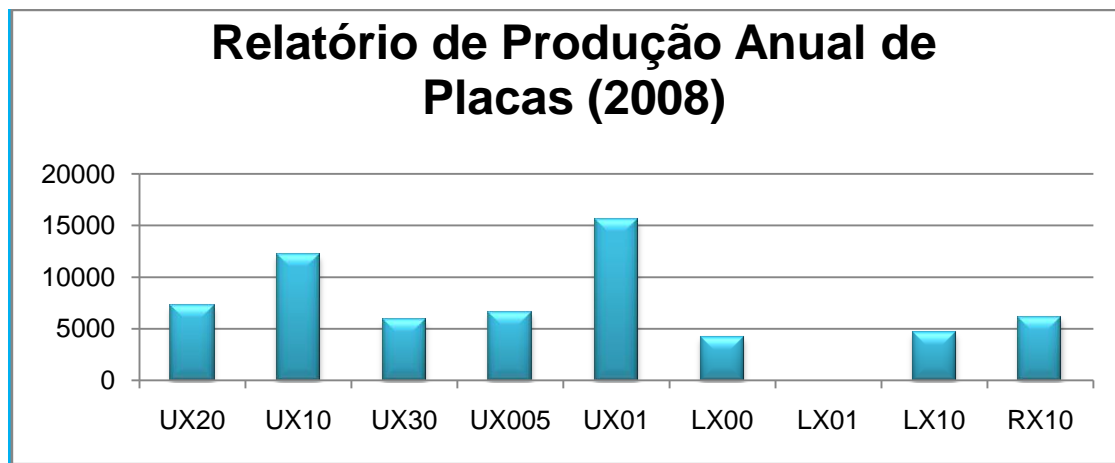


Figura 5. 1 Produção de Placas Ano - 2008

Na Figura 5.1 estão referenciadas todas as placas estampadas na Arsopi-Thermal, não fazendo evidência da forma como é recepcionada a chapa para estampagem (Medida OK/Medida NOK).

Estes consumos foram calculados face à política de gestão de *stocks* em vigor na empresa, tendo como alguns dos seus *inputs* o consumo anual e os custos inerentes ao processo, como é o de preparação/acertos de ferramentas, os custos de mão-de-obra, os gastos gerais de fabrico e os de máquina.

Fluxo de Produção de Placas de Transferência de Calor

O estudo do fluxo de produção de placas de transferência de calor foi realizado por um modelo de placas estampado na Arsopi-Thermal, a escolha deste modelo (UX01) foi reforçada pelo seu consumo anual. Todo o processo de estampagem percorre a mesma gama operatória e o mesmo percurso, com tempos diferentes, existiu a preocupação de otimizar o processo e as operações, garantindo assim uma redução geral nos custos do processo de estampagem.

Inicialmente foi feito um levantamento do percurso da chapa em que mostra o actual caminho percorrido desde que é recebida, transformada até à expedição dos permutadores. Foi gerado um mapa com o posicionamento das máquinas no estado inicial do projecto. A determinação da relação do fluxo entre os postos de trabalho envolvidos é relativamente fácil: basicamente, a diferença de um modelo para o outro esta no tempo das actividades, sendo que as sequências das actividades no processo produtivo são as mesmas.

A experiência do encarregado da fábrica deu uma estimativa do tempo necessário para a execução de algumas tarefas como por exemplo de abastecimento,

armazenamento, montagem e tempo de expedição, os tempos de preparação foram tirados pelos apontamentos que os operadores têm que preencher e os tempos de trabalho das máquinas foram tirados destas mesmas.

Foram utilizados dados reais de tempo (número de horas x homem) requerido para desempenhar as tarefas em ocasiões anteriores, e também as horas de trabalho das máquinas.

A chapa que chega com as medidas necessárias passa pelos mesmos processos que a chapa que chega sem medida, apenas não vai cortar a guilhotina. Nas tabelas que se seguem 5.1 e 5.2 estão inseridos os tempos e distâncias do fluxo de produção para uma quantidade de 5200 placas de transferência de calor com a medida UX01.

Tabela 5. 2 Distâncias e Tempos de Movimentação de Chapa Sem Medida

Operações	Distância (m)	Tempo (min)	Nº de Operadores Envolvidos
Abastecimento	0	30	Operador 1
Preparação Guilhotina	42	27	Operador 2
Corte Guilhotina	14	3240	Operador 2
Lubrificação da chapa	56	2100	Operadores 3 e 4
Preparação da Muller	7	285	Operadores 3 e 4
Estampagem de Placas		4080	Operadores 3 e 4
Preparação Arisa	9	90	Operadores 3 e 4
Corte placas Arisa		2766	Operadores 3 e 4
Gravação de lote	9	980	Operadores 3 e 4
Preparação Arisa	6	90	Operadores 3 e 4
Corte "SLIT IN"		2278	
Lavagem de Placas no Túnel	3	2280	Operadores 3 e 4
Limpeza e secagem			
Armazenamento	14*	12	Operador 1
Total	160	18395	4

*Foi assumido o armazém mais distante

Tabela 5.2 Distância e Tempo de Movimentação de Placas de Transferência de Calor

Operações	Distância (m)	Tempo (min)	Nº de Operadores Envolvidos
Armazém	0	15 (*)	Operador 1
Montagem	35	30 (*)	Operadores 5 e 6
Embalagem	14	10	Operador 1 e 7
Expedição	6	40	Operador 1
Total	55	95	4

(*) Tempo médio para 45 placas UX-01, este valor varia dependendo do número de placas a abastecer

Desvantagens do Actual Processo

Foi observado que, actualmente, existem muitos cruzamentos no fluxo da chapa e que as distâncias percorridas por esta são longas. Quando a chapa tem que ir cortar á guilhotina que fica do outro lado da fábrica, na secção de corte, há uma perda de tempo em relação ao operador 2, que tem que parar o que está fazer para preparar e cortar pequenas quantidades de chapa normalmente para fazer no máximo 10 ou 15 chapas para fazer as placas que estão em falta num permutador.

A pessoa que está no armazém é a mesma da embalagem e expedição (operador 1) o que origina muitas vezes atrasos em todo o processo porque para ir para a embalagem tem que sair do armazém originando muitas vezes tempos de espera elevados em relação aos outros operadores que tem que aguardar que este operador tenha terminado o que está a fazer para dar continuação ao processo.

As desvantagens mais evidentes neste processo de estampagem de placas são:

- Pouca comunicação visual no armazém;
- Contra-fluxos na área de estampagem na máquina ARISA;
- Fluxos cruzados;
- Desgaste excessivo em deslocações;
- Fortes desperdícios intrínsecos ao processo.

5.2 Pesquisa de Soluções

Depois de analisado o actual processo tentou-se eliminar o maior número de passos possível, combinar passos, idealizar postos de trabalho, eliminar contra-fluxos e fluxos cruzados, reduzir a distância movimentada, reduzir o custo de produção, melhorar a qualidade e aumentar a segurança no trabalho.

O actual *layout* foi implementado no início de produção da fábrica em 1992 e desde então nunca foi alterado. A disposição das máquinas por exemplo a Muller e Arisa (Figura 5.2) é impensável de mudar de posição devido ao seu peso e a sua dimensão.



(i)



(ii)

Figura 5. 2 Máquinas de Grande Porte (i) Arisa; (ii) Muller

Propostas de melhoria:

O actual *layout* da fábrica está ordenado por processos em que os equipamentos são agrupados por secções de acordo com a sua funcionalidade (secção de corte, secção de pintura, etc).

As propostas seguintes mostram várias melhorias na secção de estampagem de placas. As máquinas e os postos de trabalho serão colocados de acordo com a sequência das operações, sendo executados de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. O material irá percorrer um caminho previamente determinado pela gama operatória.

Proposta 1 - Gestão da Compra da Chapa para Estampagem

A gestão de compra e de *stocks* é realizada através de programa *BaaN*, *software* ERP⁹. A compra da chapa é baseada nos consumos, nas previsões e na oscilação do mercado. Toda a chapa comprada com destino a estampagem é recepcionada e após inspecção é inserida no *BaaN* ao código referente à sua espessura. Ou seja, actualmente, apenas existem dois códigos para chapa de estampagem a de 0,5 décimos e a de 0,6 como unidade de medida o metro quadrado (ex: INX CHP 316L 0,6), não evidenciando que modelos poderão ser estampados (a medida não é unitária, é global) (Figura 5.3).

⁹ **ERP** – É um sistema informático integrado de gestão da informação que serve todos os departamentos de uma organização.

Família de Artigos: 512825 INOX CHAPA 316L							
462663	INOX CHP 316L 0,6 P/PLACAS		717,0700	2,9127	0,0000	275,0000	m2

Figura 5. 3 Código *BaaN* Referente a Espessura

Esta gestão de códigos traduz uma difícil gestão de materiais, já que estamos a tratar de diversos modelos de placas por estas duas espessuras, podendo existir determinada quantidade em *stock* de chapa que não se consiga estampar qualquer modelo. A gestão da chapa deverá ser realizada por modelo e por unidade e no *software* onde se encontra localizada toda a outra informação relevante (*BaaN*).

Proposta 2- Armazém de Chapa

O armazém de chapa é definido com marcações no chão. Sempre que chega chapa não existe a preocupação de a ordenar e armazenar, é colocada ao acaso no espaço do armazém. Devido a isto o operador leva muito tempo a encontrar a chapa para a determinada ordem de fabrico (muito acima do que se pode ser considerado normal).

Ao criar os novos códigos, (como foi referido na proposta 1) leva à necessidade imediata de criar uma lógica de receção, de armazenamento e de identificação. Neste sentido a área global pode ser dividida em diversas áreas, tantas quantos os modelos estampáveis na Arsopi-Thermal para que quando se recepcione a chapa esta ficará na sua respectiva área. Todas as áreas podem ser pintadas com cores diferentes (gestão visual) para que sempre que se atinja o *stock* mínimo seja visível e daí resulte de imediato a encomenda. O chão será também identificado por áreas do modelo de placas de transferência de calor que resulta essa chapa. Cada área será calculada com base na política de *stocks* que a empresa ache conveniente para o futuro, ou seja, será calculada com base nos consumos de produto acabado anual e nos pontos de encomenda que estes estariam dispostos a fazer de forma a manter sempre uma determinada quantidade em *stocks*. A gestão de *stocks* vê este produto como crítico, daí não permitir que este possa apresentar ruptura. Sempre que o produto saia da sua área é colocada uma encomenda fixa.

Proposta 3 - Melhoria nas Ferramentas de Estampagem

Ao realizar uma análise ao processo de estampagem visualizou-se a necessidade de otimizar o fluxo de circulação de materiais e de pessoas. Neste sentido, num estudo à máquina ARISA, constatou-se que cada chapa com geometria canelada entrava obrigatoriamente nesta máquina duas vezes, ou seja, teríamos tempos de preparação e

produção duplicados. Na primeira fase é preparada a máquina com uma ferramenta de cortante para que se realize o corte periférico e a abertura dos furos. Segue-se a operação de corte. Na segunda fase a ferramenta volta a ser desmontada para ser preparada a ferramenta para a operação de “*slit-in*” onde se realiza os diversos cortes transversais perto da zona periférica da placa para no futuro se possa encaixar a junta (Figura 5.4). Uma conclusão que se chegou foi que se conseguir centrar as duas ferramentas numa única reduz-se o tempo de fabrico. Neste sentido e visualizando a matriz de ambas as ferramentas verifica-se que a semelhança é muita e que existe espaço para acrescentar na ferramenta do corte periférico os punções transformando esta mesma ferramenta para que se possa realizar numa só vez as duas operações, assim, eliminaria tempos de preparação, furação, e transporte de placas.

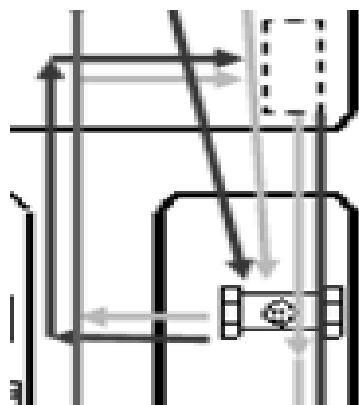


Figura 5. 4 Processo de Estampagem

Os processos de embalagem, armazenamento e movimentação de materiais não acrescentam valor aos produtos, pelo que devem ser reduzidos ao mínimo indispensável.

A análise apontou oportunidades de melhorias na movimentação dos materiais através da alteração do *layout* em algumas secções como é o caso da montagem e embalagem. Aplicação dos 5's vai também ser iniciada nestas duas secções em forma de áreas piloto para depois passar ao resto da fábrica.

Para a implementação dos 5'S em ambas as áreas foram idealizados os seguintes passos orientadores:

1. Criar a equipa de implementação;
2. Criação do cronograma e um plano de orientação;
3. Fotos e registos da situação actual;
4. Reunião de conscientização do pessoal envolvido;
5. Implementação;

6. Acompanhamento.

Proposta 4 - Secção da Montagem

A transferência desta secção (Figura 5.5) deve-se essencialmente à criação de um fluxo em linha até a expedição, garantindo assim que após a colagem das juntas o produto segue para a montagem, teste hidráulico, embalagem e expedição sem que cruze um corredor ou se altere de rota.

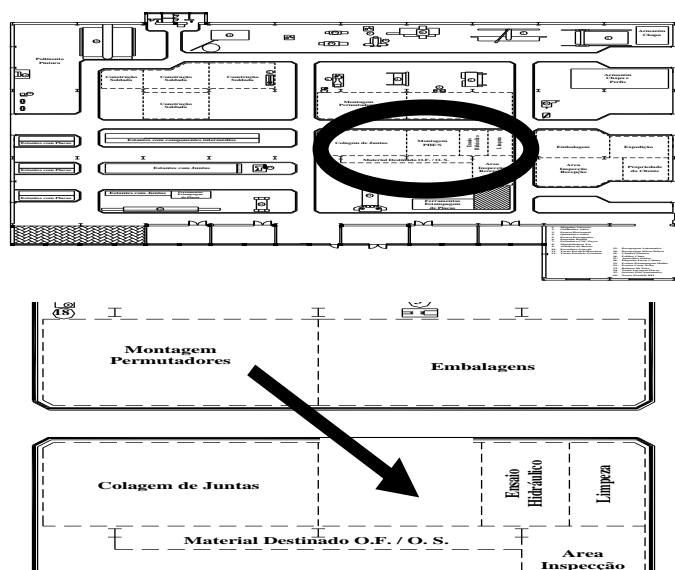


Figura 5. 5 Mudança do *Layout* da secção da Montagem

As deslocações desnecessárias dentro da secção e o espaço exagerado de trabalho levam a que ocorram deslocações desnecessárias, que devem ser eliminadas. Com a técnica dos 5S's espera-se garantir que o posto de trabalho ficará exactamente com o que é preciso e necessário na quantidade certa. Todo o tipo de peças, ou materiais que estejam obsoletos ou que sejam desnecessários, ou seja, tudo aquilo que está a mais nesta zona irá para uma nova área que irá ser criada, a zona da etiqueta vermelha.

Irá ser criada a equipa de implementação em que estão envolvidos os operadores desta secção e o director de produção que terá que ter disponibilidade para conduzir o processo, orientar, esclarecer dúvidas e fazer visitas de rotina de acompanhamento.

Proposta 5 - Secção da Embalagem

Na cadeia operatória do produto a embalagem é o momento antes à expedição, logo não faz sentido esta estar deslocada da expedição, assim sendo esta área deverá ser transferida para junto da expedição (Figura 5.6) para otimizar o fluxo de fabrico e para evitar deslocações desnecessárias.

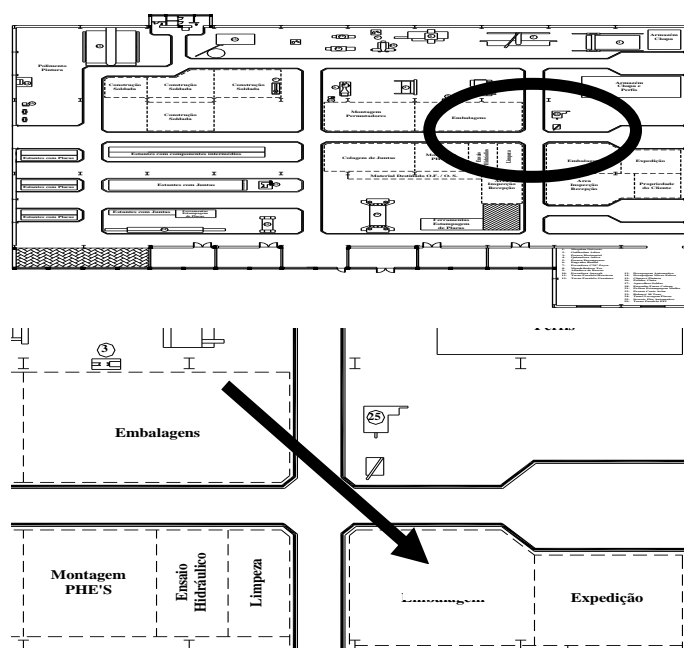


Figura 5. 6 Mudança do Layout da secção Embalagem

No seguimento da directiva que saiu em Janeiro deste ano, que informa que todas as embalagens de madeira para fora de Portugal continental têm de ser fumigadas e uma vez que a empresa não possui este tipo de tratamento pode – se optar estrategicamente em obter as embalagens já construídas e fumigadas e em alguns casos trocar-se a madeira por cartão canelado bastante rígido.

Assim a área será cerca de metade, o *stock* de madeira ficará essencialmente no fornecedor e o operador agora apenas terá que terminar a embalagem em vez de a construir de raiz, ganhando cerca de metade do tempo.

Neste caso a implementação dos 5'S não terá uma equipa já que apenas trabalha nesta secção um operador que irá se responsabilizar pela arrumação e limpeza e manutenção do novo espaço.

Com estas propostas de melhoria esperam-se obter os resultados mostrados na tabela 5.3.

Tabela 5. 3 Melhorias Obtidas

Actividade	Processo de estampagem de placas			Solução optimizada		
	D (m)	T (min)	Nº de Operadores	D (m)	T (min)	Nº de Operadores
Abastecimento	0	30	Operador 1	0	5	Operador 1
Preparação Guilhotina	42	27	Operador 2	0	0	0
Guilhotina	14	3240	Operador 2	0	0	0
Lubrificação da chapa	56	2100	Operador 3 e 4	14	2100	Operador 3 e 4
Preparação da Muller	7	285	Operador 3 e 4	7	285	Operador 3 e 4
Estampagem de Placas		4080	Operador 3 e 4		4080	Operador 3 e 4
Preparação Arisa	9	90	Operador 3 e 4	9	90	Operador 3 e 4
Corte placas Arisa		2766	Operador 3 e 4		2766	Operador 3 e 4
Gravação de lote	9	980	Operador 3 e 4	9	980	Operador 3 e 4
Preparação Arisa	6	90	Operador 3 e 4	0	0	0
Corte "SLIT IN"		2278	Operador 3 e 4			
Lavagem de Placas no Túnel	3	2280	Operador 3 e 4	3	2280	Operador 3 e 4
Armazenamento	14*	12	Operador 1	14*	12	Operador 1
Montagem	35	30	Operadores 5 e 6	30	25	Operador 5 e 6
Embalagem	14	10	Operador 1 e 7	8	5	Operador 1
Expedição	6	40	Operador 1	1	15	Operador 1
TOTAL	215	18338	7	95	12643	5

Nota: tempos medidos para 5200 placas UX-01

Como se constata pela tabela podem se vir a obter melhorias significativas no final do processo tanto a nível de tempo como de distância total percorrida. O processo passa a ficar todo na mesma nave (1) e segue um fluxo contínuo o que evita que o material se tenha que estar sempre a deslocar, liberta ainda uma ponte rolante para outros processos em curso.

O número de colaboradores considerados é por tarefa, e por questões de planeamento, dada a polivalência de todos os colaboradores, muitas das vezes todo este processo pode ser conduzido por apenas 5 pessoas, o número de operadores totais no processo diminui-se em 2, o operador 2 que está no corte e o operador 7 que está na embalagem.

Pela análise realizada as melhorias passam por automatizar o processo e diminuir a distância total percorrida pelas placas, que é então reduzida em mais de metade.

A Chapa ao vir cortada na medida exacta poupa imenso tempo de produção total. Existe uma diminuição no desgaste da máquina (Guilhotina) como também liberta o operador para outro tipo de funções (Tabela 5.4), já que ao estar a cortar chapa para placas não pode estar a cortar outros materiais que ficam em espera.

Tabela 5. 4 Melhoria no Tempo de Corte na Guilhotina

Actividade	Processo de estampagem de placas			Solução optimizada		
	D (m)	T (min)	Nº de Operadores	D (m)	T (min)	Nº de Operadores
Preparação Guilhotina	42	27	Operador 2	0	0	0
Guilhotina	14	3240	Operador 2	0	0	0

Em relação há aquisição de uma nova ferramenta diminui-se o processo em duas operações a primeira de preparar novamente a máquina Arisa (que demora bastante) e a segunda de cortar novamente (Tabela 5.5).

Tabela 5. 5 Melhoria no Tempo de Corte na Arisa

Actividade	Processo de estampagem de placas			Solução optimizada		
	D (m)	T (min)	Nº de Operadores	D (m)	T (min)	Nº de Operadores
Preparação Arisa	6	90	Operador 3 e 4	0	0	0
Corte "SLIT IN"		2278	Operador 3 e 4			

No caso da embalagem (Tabela 5.6) quando saiam embalagens de madeira havia sempre um outro operador que não faz parte deste processo a realizar as caixas de madeira, mas agora com as caixas de cartão o próprio operador que está na expedição embala os permutadores todos, diminuindo assim a necessidade de outro operador. A distância em relação à expedição também foi reduzida já que ficaram na mesma área o que facilita o transporte e a segurança.

Tabela 5. 6 Melhorias na Embalagem

Actividade	Processo de estampagem de placas			Solução optimizada		
	D (m)	T (min)	Nº de Operadores	D (m)	T (min)	Nº de Operadores
Embalagem	14	10	Operador 7	8	5	Operador 1

[illegible]

56

5.3 Implementação de Melhorias

Depois de analisadas as alternativas propostas a direcção da empresa decidiu que irá implementar todas elas, excepto a proposta 3, já que não poderá haver investimentos financeiros neste momento mas que no futuro será uma possibilidade a pensar.

Com estas propostas esperam-se obter vantagens significativas em relação ao tempo de produção de permutadores de calor.

Proposta 1 - Gestão na Compra da Chapa para Estampagem

A criação de novos códigos foi imediatamente implementada (ex: INX CHP 316L 0,6 P/PLACAS UX01 (Dim. 637x217)) e foi formatada a unidade de *stock* para unidade em vez de metro quadrado (Figura 5.8).

539924	INX CHP 316L .5 LX00 665x268	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539932	INX CHP 316L .5 LX10 854x363	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539940	INX CHP 316L .5 RX10 937x363	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539890	INX CHP 316L .5 UX005 313x115	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539908	INX CHP 316L .5 UX10 893x313	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539916	INX CHP 316L .5 UX30 1511x475	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539957	INX CHP 316L .6 UX01 637x217	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un
539965	INX CHP 316L .6 UX20 1275x435	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	un

Figura 5. 8 Novos Códigos Implementados
Fonte: Arsopi - Thermal

Efectuou-se também uma instrução de trabalho de que a compra da chapa virá sempre com as medidas *standard* definidas no código.

Através desta medida obteve-se uma melhoria na visualização da quantidade de chapa que se pode estampar por modelo, bem como, o responsável de logística pode afirmar que possui ou não em *stock* a quantidade necessária para estampar e efectuar com maior exactidão a compra deste material. No que se refere ao processo, eliminou-se a operação de corte de guilhotina e os seus tempos, e transportes alocados a esta tarefa

bem como ficou centralizado no *software BaaN* toda a gestão de compra e de *stock* desta matéria-prima.

Proposta 2 - Armazém de Chapa

A arrumação é um factor de produtividade importante já que facilita os fluxos e a identificação/procura da chapa, evita acidentes ao estar sempre a deslocar outras chapas à procura da necessária e origina ganhos de espaço.

Em primeiro lugar, conseguiu-se uma menor pressão da financeira, já que se reduziu a produção de uma secção (que era em excesso), diminuiram-se as necessidades imediatas de matéria-prima, logo podendo-se efectuar compras mais pequenas. Em segundo lugar, eliminou-se a produção na secção do corte, o que permitiu “libertar” espaço fabril para outros trabalhos logo as máquinas fazem menos horas de produção, o que equivale a dizer menos desgaste.

Depois da etapa de arrumação em que toda a chapa foi toda seleccionada (já que havia muitos tamanhos de chapa cortada que não davam para fazer nada e foram transferidos para sucata) passou-se a ordenar e organizar o ambiente de trabalho, sendo que esta fase foi idealizada em duas partes primeira como sendo mais urgente a chapa foi armazenada por famílias e os pequenos “retalhos” armazenados em uns carrinhos que já existiam e não estavam a ser utilizados, futuramente numa segunda parte actualizar as quantidades óptimas de *stock* de cada modelo e utilizar paletes coloridas no chão de fábrica do armazém para se ter um rápido controlo visual das quantidades.

O resultado desta primeira fase é mostrado na Figura 5.9.



(i)



(ii)

Figura 5. 9 Forma de Armazenar a Chapa; (i) Antes (ii) Depois

Proposta 3 - Melhoria ferramentas de estampagem

A Ferramenta não foi aprovada pela direcção da empresa.

Proposta 4 - Área de Montagem

Ao alterar o local de montagem (Figura 5.10) iniciou-se aplicação da metodologia 5'S. O que se pretende a partir de agora é repensar toda a forma de trabalho, com a perspectiva de aumentar a produtividade, eliminando perdas de tempo e de eficácia, através das seguintes tarefas:

- Identificar o melhor sítio para colocar as ferramentas necessárias para a montagem para que possam ser facilmente utilizadas e arrumadas;
- Garantir a sua fácil localização e utilização por todos;
- Definir limites para produto intermédio;
- Definir e implementar indicadores para monitorizar a situação;



(i)



(ii)

Figura 5. 10 Secção da Montagem (i) Antigo espaço (ii) Espaço vazio

Foi determinada uma bancada no início do processo de montagem onde é colocado todo o material necessário a montagem de um permutador, que evita deslocações desnecessárias e perdas de tempo. O armário das ferramentas depois de feita uma selecção foi ordenado e colocado ao pé da mesa.

As mesas de montagem foram dispostas em linha para melhor aproveitamento do espaço e para se seguir uma ordem na montagem.



Figura 5. 11 Actual Secção da Montagem

Proposta 5 - Área de Embalagem

Depois de alterado o *layout*, o espaço da área fabril anterior da embalagem foi aproveitado para produtos obsoletos enquanto estão aguardar outro fim (Área de Etiqueta Vermelha) (Figura 5.12). Com a colocação das etiquetas vermelhas nos objectos, pretende-se identificar de forma rápida, fácil e de grande visibilidade, os itens ou bens que, à partida, não terão utilidade.



(i)



(ii)

Figura 5. 12 Secção da Embalagem: (i) Embalagem (ii) Área de Etiqueta Vermelha

A troca de madeira por cartão originou elevados lucros na embalagem devido ao preço da madeira em relação ao cartão e ganhou-se também bastante espaço e um operador ficou livre, já que não é necessário construir uma embalagem de raiz (Figura 5.13).



(i)



(ii)

Figura 5. 13 Embalagem: (i) Madeira (ii) Cartão

Não foi criada uma equipa 5'S já que apenas um operador aqui trabalha mas este comprometeu-se a deixar tudo organizado, colocar no lixo o que não precisa para não ir acumulando novamente.

Neste momento, o posto de trabalho, encontra-se devidamente organizado, em termos de ter apenas o que é necessário, isto é foi feita uma selecção de todo o material que foi trazido para este novo local o que na prática resultou de menos de metade do que estava na antiga secção, já que o operador guardava tudo e mais alguma coisa que pensava vir a utilizar um dia, foram até encontradas embalagens que já não se utilizavam há mais de 5 anos.

No momento da conclusão do estágio a secção da embalagem encontrava-se como está na Figura 5.14.



Figura 5. 14 Nova secção da Embalagem

CAPÍTULO 6 - Conclusão

Nesse capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho, e sugestões para trabalhos futuros.

6.1 Reflexões Finais

O presente projecto demonstrou o processo de análise e aplicação do método SLP num *layout* de uma pequena empresa produtora de permutadores de calor, mais especificamente no processo de estampagem de placas, montagem e embalagem de permutadores.

O início do projecto foi um pouco demorado devido a incerteza da direcção da empresa sobre qual processo estudar mas depois de escolhido correu como o previsto.

Os resultados finais foram positivos, apesar de no início não ter sido fácil a mudança, já que não estava a ser bem aceite pelos operadores envolvidos especialmente nas secções da montagem e embalagem que dificultaram bastante o processo de mudança.

Em relação a metodologia SLP, concluí que o procedimento e os passos que daí vêm, fornecem uma boa base metodológica. No final da aplicação prática do SLP, no caso de estudo, verificou-se a existência de um fluxo em linha entre os postos de trabalho e sectores de estampagem, montagem, embalagem e expedição. Daí resultaram variados benefícios, um deles na redução da distância total de movimentação de chapa eliminando operações desnecessárias, maior rapidez no tempo de produção total de um permutador já que os postos de trabalho ficaram bastante próximos, houve também um aumento da área fabril já que o anterior local da montagem e embalagem ficaram agora livres.

A filosofia *Lean* tenta garantir que um processo apenas faz o que o próximo processo necessita. Neste processo de estampagem de placas tentou-se aplicar desde o cliente final ao fornecedor de matéria-prima, sem desvios, com um fluxo contínuo para ter o menor *lead time*, a máxima qualidade e o menor custo.

No entanto, existe ainda um longo caminho a percorrer, já que se não forem definidas regras e metodologias para sistematizar a manutenção do trabalho inicial, a empresa poderá correr o risco de voltar à situação inicial.

6.2 Futuros Desenvolvimentos

Aconselha-se que o trabalho de melhoria contínua realizado neste processo se espalhe a todas as áreas produtivas da organização começando pelo corte ou pintura.

Como foi demonstrado obtiveram-se vários ganhos o que poderá no final originar menor tempo de entrega dos Permutadores de Calor.

São evidentes os potenciais ganhos em custos industriais devido à implementação de ferramentas *Lean* na produção com uma reacção directa na produtividade de todas as áreas suportes principalmente na logística dos processos que integram o fluxo, o dimensionamento da mão-de-obra directa e o perfil das máquinas e equipamentos a serem adquiridos.

Aplicação da simulação também pode ser uma ferramenta poderosa noutras secções onde as máquinas podem ser movimentadas originando assim várias opções de *layouts*.

Referências Bibliográficas

BARANGUER.P, HUGEL.G. (1994), "*Produção*". Lisboa: Edições Sílabo

BOLTON. W. (1994), "*Production planning & control*". London: Longman group

CHASE. R., JACOBS.F., AQUILINO.N. (2004), "*Operations Management for Competitive Advantage*". International Edition: McGRAW-HILL 10th ed.

COURTOIS. A, PILLET, M., MARTIN. C. (1997), "*Gestão da produção*". Lisboa: LIDEL

IRANI, A. SHAHRUKH. (1999), "*Handbook of cellular manufacturing systems*". USA: WILEY – INTERSCIENCE

MOURA, Reinaldo A. (1997), "*Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais*". São Paulo: IMAM.

PINTO, J. P. (2006), *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. Lisboa: Lidel.

Muther, R., (1979), "*Systematic planning of industrial facilities*". Kansas City: Management & Industrial Research

Ramos, A.L; Xambre, A.R. (2005), Apontamentos da disciplina de Gestão das Operações. DEGEI: UA

Roldão, V. ; Ribeiro, J. (2004), "*Gestão das Operações - Da concepção do produto à organização do trabalho*". Lisboa: Monitor

Roldão, V. ; Ribeiro, J. (2007), "*Gestão das Operações: Uma abordagem Integrada*". Lisboa: Monitor

SLACK, N. et al. (1997), "*Administração da Produção*". São Paulo: Atlas.

STEVENSON, W.J. (2005), "*Operations Management*". International Edition: McGraw-Hill